

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal

Ludmila Aglai da Silva

DIVERSIDADE, FUNCIONALIDADE E DINÂMICA DE FLORESTAS
ESTACIONAIS DECIDUAIS EM MINAS GERAIS

Diamantina
2019

Ludmila Aglai da Silva

**DIVERSIDADE, FUNCIONALIDADE E DINÂMICA DE FLORESTAS
ESTACIONAIS DECIDUAIS EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales
do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Anne Priscila Dias
Gonzaga

**Diamantina
2019**

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586d

Silva, Ludmila Aglai da

Diversidade, funcionalidade e dinâmica de florestas estacionais decíduais em Minas Gerais / Ludmila Aglai da Silva, 2019.

80 p. : il.

Orientador: Anne Priscila Dias Gonzaga

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

1. Biodiversidade. 2. Conservação. 3. Florestas Tropicais Secas. 4. Montagem comunidades. 5. Variações. I. Gonzaga, Anne Priscila Dias. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 577.3

LUDMILA AGLAI DA SILVA

**DIVERSIDADE, FUNCIONALIDADE E DINÂMICA DE FLORESTAS
ESTACIONAIS DECIDUAIS EM MINAS GERAIS**

Tese apresentada ao DOUTORADO
EM CIÊNCIA FLORESTAL, nível de
DOUTORADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
DOUTORA EM CIÊNCIA FLORESTAL

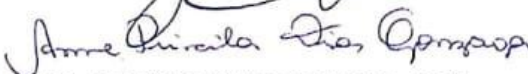
Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Anne Priscila
Dias Gonzaga


Data da aprovação : 01/08/2019


Prof.Dr.^a ANNE PRISCILA DIAS GONZAGA - UFVJM


Prof.Dr. EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO - UFVJM


Dr. GUDRYAN JACKSON BARONIO - UFVJM


Prof.Dr. FABRÍCIO ALVIM CARVALHO - UFJF


Prof.Dr. THIAGO SANTOS - UFVJM

DIAMANTINA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
DIAMANTINA – MINAS GERAIS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



ATESTADO DE DEFESA POR VIDEOCONFERÊNCIA

Atesto para os devidos fins que no dia 01 de agosto de 2019, às 14h, nas dependências da UFVJM - em Diamantina, foi realizada a defesa de tese da discente Ludmila Aglai da Silva com o trabalho intitulado, “Diversidade, funcionalidade e dinâmica de florestas estacionais decíduais em Minas Gerais” no Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal.

Na qualidade de presidente da banca, atesto o Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho docente da Universidade Federal de Juiz de Fora, participou através de videoconferência.

Em virtude da participação remota do membro da banca acima indicado, eu, Anne Priscila Dias Gonzaga, enquanto servidora pública, no gozo de fé pública, assino no lugar desse na Ata de Defesa e na Folha de Aprovação da referida defesa.

Por ser verdade, dou fé e assino o presente atestado.

Diamantina, 01 de agosto de 2019.

Presidente da Banca

À minha família e à ciência

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, pela minha saúde e força.

À minha família, por ser meu porto seguro e por criar condições para que eu realizasse meu sonho.

À minha orientadora Anne Priscila, por ter aceitado o desafio de assumir minha orientação na caminhada rumo ao título de doutora e por todo conhecimento e experiência compartilhados. Ao professor Sebastião Lourenço que abriu as portas para minha entrada na pós-graduação e que muito me ensinou.

À banca examinadora pela disponibilidade em contribuir e por todas as considerações que certamente são de grande valia.

Aos queridos amigos que me auxiliaram em campo e em técnicas que sobressaíam aos meus conhecimentos: Thaís, Evelize, Cristiane, Bárbara, Matheus, Amanda, Raquel, Diogo, Thomás, Leovandes e João.

A todos meus amigos de vida que de uma maneira ou outra estiveram comigo nesta jornada. Em especial, as minhas queridas amigas-irmãs que me acompanham desde sempre e torcem verdadeiramente pelo meu sucesso Lidia e Natane.

Ao pessoal dos “Largados” pelos momentos de descontração e alívio.

Ao grupo de estudos GEEBE, pela troca de conhecimento.

Ao professor Fernando Valladares pelo acolhimento e pela generosidade em compartilhar seus conhecimentos e sua visão científica durante o meu período de estágio sanduíche. A todos da “planta 8” que me receberam com tanto carinho e atenção e se mantiveram sempre dispostos a ajudar. Em especial, a Bárbara, Raquel, Alícia e Omar.

A todos os professores e funcionários do PPGCF que contribuíram efetivamente na minha formação.

A todos os funcionários que se dedicam a manter o ambiente limpo, agradável e seguro.

À UFVJM e a CAPES pelo financiamento do meu projeto.

À UFVJM pela minha formação.

A todos que contribuíram diretamente e indiretamente para a conclusão deste trabalho. Vocês foram fundamentais!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

RESUMO

Conhecer os padrões florísticos, funcionais e dinâmicos de uma vegetação é fundamental para a criação de planos de conservação e manejo sustentável desta. Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a estrutura, a diversidade florística e funcional, bem como os mecanismos de montagem e a dinâmica da comunidade arbórea em fragmentos de Floresta Estacional Decidua. Para cumprir esse objetivo, a presente tese foi estruturada em três artigos científicos. O “Artigo Científico I” foi referente à estrutura e florística dos fragmentos. No “Artigo Científico II” estudou-se os padrões funcionais das comunidades e os mecanismos de estruturação destas. No “Artigo Científico III” foram analisadas, além das taxas de dinâmica demográfica e em área basal, as mudanças florísticas, estruturais e funcionais dos fragmentos. No geral, foram constatadas diferenças florísticas entre os fragmentos e consequentemente elevada diversidade β . Já, estruturalmente, estes se revelaram semelhantes. Os fragmentos tiveram a composição funcional dominante similar, sendo os atributos característicos de ambientes secos os de maior importância na manutenção das comunidades. Porém também foram averiguadas diferenças, as quais foram atribuídas às variações ambientais de cada área. Ainda foi discutido que na escala do estudo os processos de dispersão estocástica foram os principais mecanismos de montagem das comunidades. Contrariando o esperado, as taxas de dinâmica entre as áreas foram diferentes, entretanto, dentro do que é observado para as Florestas Estacionais, e estas foram atribuídas, principalmente, às peculiaridades ambientais de cada fragmento. As mudanças estruturais, florísticas e funcionais ocorridas no intervalo de tempo avaliado foram não significativas, sugerindo que os fragmentos se encontram em relativa estabilidade. De modo geral, os resultados obtidos na presente tese revelam que apesar das semelhanças encontradas, cada fragmento de Floresta Estacional Decidua é único em seu compartimento florístico e ambiental. Além disso, por possuírem diferenças na diversidade de suas funções, contribuem de maneira distinta para a produtividade ecossistêmica. Isto reforça a necessidade de se dar maior atenção a essa fitofisionomia, buscando-se sempre fornecer ferramentas que sirvam de apoio para sua conservação e manejo sustentável.

Palavras chave: Biodiversidade, Conservação, Florestas Tropicais Secas, Montagem comunidades, Variações temporais

ABSTRACT

Knowing the floristic, functional and dynamic patterns of a vegetation is fundamental for the creation of conservation plans and sustainable management. This study aimed to evaluate and compare the structure, floristic and functional diversity, as well as the assemblage mechanisms and the dynamics of the tree community in fragments of Deciduous Seasonal Forest. To fulfill this objective, the present thesis was structured in three scientific articles. “Scientific Article I” referred to the structure and floristic of the fragments. In “Scientific Article II” the functional patterns of the communities and their structuring mechanisms were studied. Finally, in the “Scientific Article III”, besides the demographic and basal area rates, the floristic, structural and functional changes of the fragments were analyzed. In general, we found floristic differences between fragments and consequently high β diversity. Structurally, these were similar. The fragments had similar dominant functional composition, being the characteristic attributes of dry environments the most important in the maintenance of the communities. However, differences were also found, which were attributed to the environmental variations of each area. It was also argued that at the scale of the study the stochastic dispersion processes were the main mechanisms of community assembly. Contrary to expectations, the dynamics rates between areas were different, however, within what is observed for Seasonal Forests. The differences were again attributed mainly to the environmental peculiarities of each fragment. The structural, floristic and functional changes occurred in the evaluated time interval were not significant suggesting that the fragments are in relative stability. In general, the results obtained in the present thesis reveal that despite the similarities found each fragment of Deciduous Seasonal Forest is unique in its floristic and environmental compartment. Moreover, because they have differences in the diversity of their functions, they contribute differently to ecosystem productivity. This reinforces the need to pay greater attention to this phytophysiology, always seeking to provide tools to support its conservation and sustainable management. .

Key words: Assembly rules, Biodiversity, Conservation, Dry Forest, Temporal changes

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
ARTIGO CIENTÍFICO I: Diversidade α e β em dois fragmentos de Floresta Estacional	
Decidual	11
RESUMO	11
ABSTRACT	11
1. Introdução	13
2. Material e Métodos.....	13
2.1. Área de Estudo	13
2.2. Amostragem da vegetação	14
2.3. Análise dos dados	15
3. Resultados e Discussão.....	15
3.1. Diversidade α e β	15
3.2. Composição florística e estrutura	17
4. Considerações finais.....	27
5. Referências bibliográficas	27
ARTIGO CIENTÍFICO II: Diversidade funcional e montagem de comunidade de florestas	
estacionais deciduais em Minas Gerais.....	31
RESUMO	31
ABSTRACT	32
1. Introdução	33
2. Materiais e Métodos	34
2.1. Áreas de estudo	34
2.2. Amostragem da vegetação	35
2.3. Caracterização ambiental	36
2.4. Classificação funcional das espécies	37
2.5. Análise funcional.....	37
2.6. Análise dos dados e modelos nulos	38
3. Resultados e discussão	40
4. Considerações finais.....	47
5. Referências bibliográficas	48

ARTIGO CIENTÍFICO III: Mudanças estruturais, florísticas e funcionais de florestas estacionais decíduais em Minas Gerais	55
RESUMO	55
ABSTRACT	56
1. Introdução	57
2. Materiais e métodos.....	58
2.1. Áreas de estudo	58
2.2. Amostragem da vegetação	59
2.3. Dinâmica da comunidade.....	60
2.4. Dinâmica florística e funcional	61
2.4.1. <i>Classificação funcional das espécies</i>	61
2.5. Análise de dados.....	61
3. Resultados e discussão.....	62
4. Considerações finais.....	68
5. Referências bibliográficas.....	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
APÊNDICE I	75

INTRODUÇÃO GERAL

Nos espaços intertropicais do planeta são encontrados dois grandes grupos florestais: as Florestas Tropicais Úmidas e as Florestas Tropicais Secas, ambas com elevada biodiversidade e alto grau de exploração (DRYFLOR et al., 2016; PENNINGTON et al., 2018; MILES et al., 2006). Estas últimas estão amplamente distribuídas pela América do Sul, se estendendo da Caatinga, no nordeste do Brasil, até o vale do rio Uruguai e em áreas menores que partem da Bacia Amazônica e se estendem para a América Central, no México e no Caribe (PENNINGTON et al., 2006; WERNECK et al., 2011).

Dentro dos espaços ocupados pelas Florestas Tropicais Secas ocorre uma fitofisionomia de especial importância biogeográfica, as Florestas Estacionais Deciduais (FEDs) (DEXTER et al., 2018, PENNINGTON et al., 2018). Estas florestas se localizam em regiões de acentuada sazonalidade climática (DEXTER et al., 2018) e se caracterizam pela perda de mais de 50% de suas folhas no período seco do ano (RIBEIRO & WALTER, 2008). Esse caráter decíduo confere a essas florestas a denominação popular de “Mata Seca” (RIBEIRO & WALTER, 2008; ESPÍRITO-SANTO et al., 2008).

Estas matas podem ser consideradas remanescentes de uma antiga floresta contínua que ligava a Caatinga aos Chacos argentinos durante o clima seco do Pleistoceno (PRADO & GIBBS, 1993). No Brasil ocorrem em forma de manchas, principalmente, na região central e nordeste do país, além do norte de Minas Gerais (RIZZINI, 1997; ESPÍRITO-SANTO et al., 2008). São encontradas ao longo dos biomas da Mata Atlântica, do Cerrado, da Caatinga e em áreas de ecótonos (IBGE, 2012). Em Minas Gerais, as matas secas estão, em sua maioria, na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (BHRS) e são associadas à Província Espeleológica do Bambuí (Grupos Bambuí e Formação Vazante) (MMA, 2006).

Assim, as Florestas Deciduais ocorrem, geralmente, associadas a afloramentos rochosos, em especial afloramentos calcários (CARVALHO & FELFILI, 2011a; GONZAGA et al., 2017; RIZZINI, 1997, SILVA & SCARIOT 2003, 2004a, 2004b). Devido à associação com essas rochas, há a predominância de solos rasos, porém férteis e com elevada presença de Ca e Mg (SILVA & SCARIOT, 2003). Os solos rasos e o déficit hídrico encontrados nas regiões de ocorrência das FEDs condicionam uma situação estressante para as plantas. Provavelmente é a fertilidade do solo que garante a presença e a sobrevivência de árvores nestas florestas (DEXTER et al., 2018).

Um aspecto relevante, característico da Floresta Estacional Decidua é que as ligações florísticas entre suas disjunções nem sempre são fortes (ARRUDA et al. 2011;

ARRUDA et al., 2013; GONZAGA et al., 2013; PEREIRA et al., 2011). Isto porque a florística desta formação está também relacionada com a vegetação do entorno e sofre influência regional e local das variações climáticas, edáficas e topográficas ao longo de sua distribuição (GONZAGA et al., 2013; GONZAGA et al., 2017). Assim, manchas de florestas decíduas apresentam espécies típicas do substrato carbonático, somadas àquelas calcícolas facultativas dos domínios vegetacionais adjacentes que, pela proximidade geográfica, conseguem estabelecer populações ali (MEGURO et al., 2007).

Estudos realizados na última década relataram quão ameaçadas e degradadas estão as Florestas Estacionais Deciduais (FEDs). Estando essas reduzidas a pequenos fragmentos (ARRUDA et al., 2013; CARVALHO & FELFILI, 2011a; GONZAGA et al., 2013; GONZAGA et al., 2017; OLIVEIRA-FILHO et al. 2006; SANTOS et al. 2007) devido a intensa atividade antrópica (MILES et al., 2006), como a expansão da agropecuária, a retirada de madeira e exploração de calcário para a fabricação de cimento e uso agropecuário (SILVA & SCARIOT, 2004; WERNECK et al., 2000).

Mesmo estando localizadas em regiões bastante antropizadas, as Florestas Deciduais são extremamente importantes devido a elevada diversidade de sua flora (DRYFLOR et al., 2016) e a cobertura que proporciona aos afloramentos rochosos (RODRIGUES & TRAVASSOS, 2013). Este último é fator fundamental para o aporte de energia para o meio subterrâneo e para a manutenção do equilíbrio sistêmico do carste (RODRIGUES & TRAVASSOS, 2013). Não obstante, essa vegetação têm poucas áreas protegidas (MILES et al., 2006), o que torna fundamental estudos que avaliem a diversidade biológica contida nos atuais fragmentos, bem como as funções predominantes ali e as mudanças nos processos ecológicos que estruturam as comunidades (ARRUDA et al., 2013; CARREÑO-ROCABADÓ et al., 2012; CARVALHO & FELFILI et al., 2011a; CARVALHO & FELFILI et al., 2011b; GONZAGA et al., 2013; GONZAGA et al., 2017; GUSSON et al., 2018; REIS et al., 2018; SANAPHRE-VILLANUEVA et al., 2016).

Além disso, nos trópicos, a pesquisa, a conservação e a atenção do público concentram-se nas florestas úmidas, negligenciando que metade da região tropical global tem um clima sazonalmente seco (PENNINGTON et al., 2018). Por isso é cada vez mais importante o desenvolvimento de estudos de diversidade florística (CARVALHO & FELFILI et al., 2011a), funcional (CARREÑO-ROCABADÓ et al., 2012) e de dinâmica (REIS et al., 2018) que sirvam como subsídios para programas de conservação e manejo sustentável desses ecossistemas (LELLI et al., 2019).

Enquanto estudos de diversidade florística se preocupam em estimar as diferentes facetas da biodiversidade (alfa, beta e gama) e como estas respondem aos fatores ambientais e à interferência antrópica (ARRUDA et al., 2011, 2013; CARVALHO & FELFILLI, 2011; GONZAGA et al., 2013, 2017), a diversidade funcional e a dinâmica complementam estas respostas revelando diferentes aspectos, especialmente ligados a processos ecológicos (CRAVEN et al., 2018).

A diversidade funcional reflete as diferenças entre os organismos, com base em suas características morfológicas, fisiológicas e fenológicas e agrega as semelhanças ecológicas entre as espécies que coexistem em uma comunidade (CALAÇA & GRELE et al., 2016). É considerada uma importante medida ecológica da biodiversidade, pois influencia a dinâmica, a estabilidade, a produtividade, o equilíbrio de nutrientes e outros aspectos do funcionamento do ecossistema (DÍAZ-CABIDO, 2001; TILMAN, 2001; SOBRAL & CIANCIARUSO, 2012). Uma das principais aplicações da diversidade funcional consiste em reconhecer os processos ecológicos que estruturam a comunidade ou as “regras de montagem das comunidades” (D’AMEN et al., 2017; GÖTZENBERGER et al., 2012; KRAFT et al., 2015).

Dois processos principais foram propostos para explicar a montagem de uma vegetação, nomeadamente, processos estocásticos e processos determinísticos. A classe estocástica enfatiza a importância das limitações de dispersão e da demografia estocástica na determinação da montagem da comunidade (HUBBELL, 2001; D’AMEN et al., 2017). Em contraste, a classe determinística assume que as comunidades vegetais geralmente são movidas por duas forças opostas: a filtragem ambiental e a exclusão competitiva. A filtragem ambiental dá origem a espécies co-ocorrentes que estão intimamente relacionadas sob condições ambientais semelhantes. Já a exclusão competitiva diminui a semelhança da co-ocorrência espécies com características funcionais sobrepostas que usam recursos de maneira semelhante e, portanto, presumivelmente, se excluem devido à competição. Este foi o processo que deu origem a chamada similaridade limitante (CADOTTE et al., 2017; DIAMOND, 1975; D’AMEN et al., 2017; ZHANG et al., 2014).

Esses fatores são organizados em filtros hierárquicos e atuam de escalas espaciais amplas a finas para impor regras à montagem da comunidade (GÖTZENBERGER et al., 2012). Assim, a composição de espécies de uma comunidade é o resultado de processos atuando em escalas globais e regionais, como aleatoriedade, padrões históricos de especiação, extinção, migração e eventos de dispersão. Enquanto, fatores abióticos (restrições físicas do

ambiente) e interações bióticas (positivas e negativas) exercem maior influência em escalas locais.

É esperado que a comunidade apresente convergência de características em ambientes que tenham condições não favoráveis ao desenvolvimento e sobrevivência de plantas, o que configura um forte padrão de filtragem abiótica (CADOTTE & TUCKER, 2017). De acordo com a hipótese de similaridade limitante, em habitats mais competitivos e produtivos a competição entre espécies coexistentes tende a criar uma distribuição divergente das características, condicionada à limitação de semelhanças no uso de recursos (MACARTHUR & LEVINS, 1967).

Os processos, bióticos e abióticos, interagem dinamicamente para conduzir o padrão da comunidade (KRAFT et al., 2015). As ausências de espécies em determinado local podem refletir a exclusão devido não apenas a um filtro ambiental, mas também a outros mecanismos (por exemplo, limitação de dispersão ou competição). Além disso, as interações bióticas podem ser fortemente influenciadas pelo contexto abiótico (KRAFT et al., 2015; CADOTTE & TUCKER, 2017). Isto porque a construção das comunidades é também dependente da covariância entre as taxas de crescimento intrínseco das espécies e o ambiente. Assim, espécies sofrem em condições ambientais abaixo do ideal e, diante da concorrência de espécies melhor adaptadas (maiores taxas de crescimento local), os padrões resultantes de presença-ausência e abundância serão os mesmos que os esperados de um filtro ambiental rigoroso (CADOTTE & TUCKER, 2017).

Desta forma, o conhecimento desses aspectos ecológicos e florísticos é fundamental para a compreensão da estrutura e dinâmica de uma comunidade florestal. A dinâmica florestal envolve diversos processos de organização da comunidade, como sucessão, mortalidade, recrutamento, crescimento e relações bióticas entre diferentes populações (competição, simbiose, predação etc). Essas informações, quando analisadas conjuntamente indicam as alterações ocorridas nas populações e comunidades ao longo do tempo (GOMIDE et al., 1997). Assim, a dinâmica e a complexidade do ecossistema das florestas tropicais devem ser bem compreendidas para que se possa planejar a utilização sustentável de seus recursos ou a sua conservação (CARVALHO, 1992; MEYER et al., 2015; RAYMUNDO et al., 2019; REIS et al., 2018; SHUGART et al., 2012).

Neste sentido o presente estudo objetivou avaliar a diversidade florística e funcional, bem como os mecanismos de montagem e a dinâmica da comunidade arbórea de dois fragmentos de Floresta Estacional Decidua, localizados em diferentes regiões de Minas Gerais. Buscou-se responder as seguintes perguntas:

- Existem diferenças florísticas e estruturais entre os fragmentos estudados?
- Esses fragmentos apresentam padrões semelhantes de composição e diversidade funcional?
- É possível reconhecer o mecanismo predominante na estruturação da comunidade arbórea de cada fragmento?
- Os fragmentos são semelhantes quanto às taxas de dinâmica demográfica e de área basal?
- As mudanças ocorridas ao longo do tempo revelam a estabilidade da comunidade dos fragmentos estudados?

Para responder essas questões a tese consistiu na elaboração de três artigos científicos. O primeiro artigo, intitulado de “*Diversidade α e β em dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual*”, encontra-se aceito para publicação e em fase de editoração na revista Floresta e Ambiente (Floram). O Artigo Científico II tratou dos padrões funcionais dos fragmentos recebendo o seguinte título: “*Diversidade funcional e montagem de comunidade de Florestas Estacionais Deciduais em Minas Gerais*”. Por fim, o Artigo Científico III, relacionado à dinâmica das comunidades foi intitulado de “*Mudanças estruturais, florísticas e funcionais de Florestas Estacionais Deciduais em Minas Gerais*”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, D.M.; BRANDÃO, D.O.; COSTA, F.V.; TOLENTINO, G.S.; DUQUE-BRASIL, R.; D'ÂNGELO-NETO, S.; NUNES, Y.R.F. Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in northern Minas Gerais, Brazil. **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.131-142, 2011.

ARRUDA, D.M.; FERREIRA-JUNIOR, W.G.; DUQUE-BRASIL, R.; SCHAEFER, C.E. Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in northern Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.85, n.2, p.623-634, 2013.

BELLO, F.D.; LAVOREL, S.; LAVERGNE, S.; ALBERT, C.H.; BOULANGEAT, I.; MAZEL, F.; THUILLER, W. Hierarchical effects of environmental filters on the functional structure of plant communities: a case study in the French Alps. **Ecography**, v. 36, n. 3, p. 393-402, 2013.

CADOTTE, M.W.; TUCKER, C.M. Should environmental filtering be abandoned?. **Trends in ecology & evolution**, v. 32, n. 6, p. 429-437, 2017.

CALAÇA, A.M.; GRELLE, C.E.V. Diversidade funcional de comunidades: Discussões conceituais e importantes avanços metodológicos. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 401-416, 2016.

CARREÑO-ROCABADO, G.; PEÑA-CLAROS, M.; BONGERS, F.; ALARCÓN, A.; LICONA, J.C.; POORTER, L. Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. **Journal of Ecology**, v.100, n.6, p.1453-1463, 2012.

CARVALHO, F.A.; FELFILI, J.M. Aplicação da diversidade alfa e beta para definição de áreas prioritárias para conservação: uma análise das florestas decíduais sobre afloramentos calcários no Vale do Paranã, Goiás. **Bioscience Journal** v.27, n.5, p.830-838, 2011a.

CARVALHO, F.A.; FELFILI, J.M. Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.1, p.203-214, 2011b.

CARVALHO, P. E. R. **Structure and dynamics of a logger over Brazilian Amazonian rainforest**. PH.D. thesis. University of Oxford. Oxford. 1992.

CRAVEN, D.; HALL, J.S.; BERLYN, G.P.; ASHTON, M.S.; VAN BREUGEL, M. Environmental filtering limits functional diversity during succession in a seasonally wet tropical secondary forest. **Journal of vegetation science**, v.29, n.3, p.511-520, 2018

D'AMEN, M.; MOD, H.K.; GOTELLI, N.J.; GUISAN, A. Disentangling biotic interactions, environmental filters, and dispersal limitation as drivers of species co-occurrence. **Ecography**, v. 41, n. 8, p. 1233-1244, 2018.

DEXTER, K.G.; PENNINGTON, T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BUENO, M.L.; SILVA DE MIRANDA, P.L.; NEVES, D. Inserting tropical dry forests into the discussion on biome transitions in the tropics. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, n.104, p. 1-7, 2018.

DIAZ, S; CABIDO, M. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in Ecology and Evolution**, v.16, n.11, p.646-655, 2001.

DRYFLOR. Plant diversity patterns in neotropical dry Forest and their conservation implications. **Science**, v.353, n.6306, p.1383-1387, 2016.

ESPÍRITO-SANTO, M.R.M.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F.; FERNANDES, G.W.; AZOFEIFA, G.A.S.; QUESADA, M. Bases para a conservação e uso sustentável das florestas estacionais decíduas brasileiras: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Unimontes Científica**, v.8, n.1, p.13-22, 2008.

GOMIDE, G.L.A. Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Amapá. 1997.

GONZAGA, A.P.D.; MACHADO, E.L.M.; FELFILI, J.M.; PINTO, J.R.R. Brazilian Deciduous Tropical Forest enclaves: floristic, structural and environmental variations. **Brazilian Journal of Botany**, v.40, n.2, p.417-426, 2017.

GONZAGA, A.P.D.; PINTO, J.R.R.; MACHADO, E.L.M.; FELFILI, J.M. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Decíduas na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, v.64, n.1, p.11-19, 2013.

GOTZENBERGER, L.; DE BELLO, F.; BRÄTHEN, K.A.; DAVISON, J.; DUBUIS, A.; GUISSAN, A.; PELLISSIER, L. Ecological assembly rules in plant communities—approaches, patterns and prospects. **Biological Reviews**, v. 87, n. 1, p. 111-127, 2012.

GUSSON, A.E.; DE OLIVEIRA, A.P.; DO VALE, V.S.; DE ARAÚJO, G.M.; SCHIAVINI, I. Solo, topografia, mortalidade e recrutamento de árvores na floresta tropical decidual. **Gaia Scientia**, v.12, n.1, p.146-157, 2018.

HUBBELL, S.P. The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography (MPB-32). Princeton, NJ., Princeton University Press, 2001.

KEDDY, P.A. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, v.3, n.2, p.157-164, 1992.

KRAFT, N.J.; ADLER, P.B.; GODOY, O.; JAMES, E.C.; FULLER, S.; LEVINE, J.M. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. **Functional ecology**, v. 29, n. 5, p. 592-599, 2015.

LELLI, C. et al. Biodiversity response to forest structure and management: Comparing species richness, conservation relevant species and functional diversity as metrics in forest conservation. **Forest Ecology and Management**, v.432, n. p.707-717, 2019.

MACARTHUR, R.; LEVINS, R. The Limiting Similarity, Convergence, and Divergence of Coexisting Species. **The American Naturalist**, v. 101, n. 921, p. 377-385, 1967.

MEGURO, M.; PIRANI, J.R.; MELLO-SILVA, R. & CORDEIRO, I. Composição florística e estrutura das florestas estacionais decíduas sobre calcário a oeste da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v.25, n.2, p.147-171, 2007.

MEYER, P.B.; DE OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L.; FONTES, M.A.L.; GARCIA, P.O.; DOS SANTOS, R.M. Dinâmica estrutural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecíduifolia em Lavras, MG, Brasil. **Cerne**, v.21, n.2, p.259-265, 2015.

MILES, L., NEWTON, A.C., DEFRIES, R.S., RAVILIOUS, C., MAY, I., BLYTH, S., KAPO, V. & GORDON, J.E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v.33, n.3, p.491-505, 2006.

MMA-Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco** - Brasília, 2006.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; JARENKOW, J.A.; RODAL, M.J.N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. **Systematics association special volume**, v. 69, p.152-187, 2006.

PENNINGTON, T.R.; LEHMANN, C.E.R.; ROWLAND, L.M. Tropical savannas and dry forests. **Current Biology**, v. 28, n. 9, p. 541-545, 2018.

PEREIRA, B.A.S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F.A. Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.446-455, 2011.

PRADO, D.E.; GIBBS, P.E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.8, n.4, p.902-927, 1993.

RAYMUNDO, D.; PRADO-JUNIOR, J.; CARVALHO, F.A.; DO VALE, V.S.; OLIVEIRA, P.E.; VAN DER SANDE, M.T. Shifting species and functional diversity due to abrupt changes in water availability in tropical dry forests. **Journal of Ecology**, v.107, n.1, p.253-264, 2019.

REIS, G.H., SANTOS, R.M.D., PEREIRA, D.G.S., MOREL, J.D.; Santos, P.F. Tree community dynamics of a northern Minas Gerais seasonally dry forest. **Revista Ceres**, v.65, n.3, p.234-242, 2018.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado in: Sano, SM; Almeida, SP; Ribeiro, JF Cerrado: Ecologia e flora. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2008.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 747p, 1997.

RODRIGUES, B.D.; TRAVASSOS, L.E.P. Identificação e mapeamento das matas secas associadas ao carste carbonático de Santo Hipólito e Monjolos. **Mercator, Fortaleza**, v.12, n.29, p.233-256, 2013.

SANAPHRE-VILLANUEVA, L. et al. Functional diversity of small and large trees along secondary succession in a tropical dry forest. **Forests**, v.7, n.8, p.163, 2016.

SANTOS, R M.; VIEIRA, F.A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F.; GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.135-144, 2007.

SHUGART, H. H. Ecological succession and community dynamics. **Encyclopedia of Sustainability Science and Technology**, p.3278-3296, 2012.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramentos calcários na bacia do rio Paranã. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.61-67, 2004a.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos-GO, Bacia do Paranã). **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p.307-326, 2003.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramento calcário no Brasil Central. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.69-75, 2004b.

SOBRAL, F.L.; CIANCIARUSO, M.V. Estrutura filogenética e funcional de assembléias:(re) montando a ecologia de comunidades em diferentes escalas espaciais. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, p. 617-631, 2012.

TILMAN, D. Functional Diversity. **Encyclopaedia of bio-diversity**, v.3, n., p. 109-120, 2001.

WERNECK, F.P.; COSTA, G.C.; COLLI, G.R.; PRADO, D.E.; SITES JR, J.W. Revisiting the historical distribution of Seasonally Dry Tropical Forests: new insights based on palaeodistribution modelling and palynological evidencegeb. **Global Ecology and Biogeography**, v.20, n.2, p.272-288, 2011.

WERNECK, M.S.; FRANCESCHINELLI, E.V.; TAMEIRÃO-NETO, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de 4 anos (1994-1998), na região do triângulo mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.2, p.401-413, 2000.

ARTIGO CIENTÍFICO I: Diversidade α e β em dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual

(Artigo aceito para publicação na revista *Floresta e Ambiente* – Floram)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as diferenças florísticas e estruturais entre duas áreas de Floresta Estacional Decidual localizadas na bacia do Rio São Francisco, Minas Gerais. Foram alocadas, em cada fragmento, 25 parcelas de 20 × 20 m e mensurados todos os indivíduos arbustivo-arbóreos vivos com CAP \geq 15,7 cm. Os índices de Shannon-Wiener e a equabilidade de Pielou foram iguais entre as áreas amostradas. A similaridade de Jaccard e de Bray-Curtis foram de 20,7% e 41%, respectivamente, indicando uma elevada diversidade *beta*. A análise de ordenação (NMDS) resultou em dois grupos florísticos, distinguindo a flora de Presidente Juscelino e Paracatu. Esses resultados mostraram que as áreas são diferentes floristicamente, porém se assemelham quanto à diversidade e estrutura.

Palavras-Chave: Bacia do Rio São Francisco, Escalonamento Multidimensional Não Métrico, Fitossociologia

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the floristic and structural differences between two areas of deciduous seasonal forest in São Francisco River, Minas Gerais. Were allocated 25 plots of 20 x 20 m in each fragment and all living individuals with CAP \geq 15.7 cm were considered. The Shannon-Wiener indices and the Pielou equability were equal among sampled areas. Jaccard's and Bray-Curtis's similarity were 20.7% and 41%, respectively, indicating a high beta diversity. Order analysis (NMDS) resulted in two floristic groups, distinguishing the flora of Presidente Juscelino and Paracatu. These results showed that the areas are floristically different but resemble each other in terms of diversity and structure.

Key-words: *Non-metric Multidimensional Scaling*, Phytosociology, São Francisco River

1. Introdução

As Florestas Estacionais Deciduais (FED's) encontram-se naturalmente fragmentadas por toda região neotropical (PENNINGTON et al., 2009). Esses fragmentos são considerados remanescentes de uma área mais extensa que se formou no Pleistoceno e que conectava a Caatinga aos Chacos argentinos. Acredita-se que sua distribuição esteja relacionada ao processo de retração de áreas contínuas que tiveram sua máxima expansão durante a última glaciação do Pleistoceno quando o clima era seco e frio (PRADO & GIBBS, 1993).

Essa vegetação ocorre geralmente em solos de origem calcária, com elevada presença de Ca e Mg (SILVA & SCARIOT, 2003; CARVALHO & FELFILI, 2011) e frequentemente associados a afloramentos de calcário (RIBEIRO & WALTER, 2008). Como consequência, estas florestas são alvo de intensa exploração mineral para agropecuária e construção civil, além de sofrerem desmatamento pelo corte seletivo de suas árvores que apresentam madeiras nobres (FELFILI, 2003).

Sua composição florística se assemelha as das formações vegetacionais adjacentes e está intimamente relacionada com as condições de clima, solo e relevo (PEREIRA et al., 2011). Trata-se de uma vegetação decídua podendo perder de 50% a 90% de suas folhas na estação seca (NASCIMENTO et al., 2007; RIBEIRO & WALTER, 2008) e por isso são conhecidas como “Matas secas”. No Brasil, as FEDs podem ser encontradas na região central do país, no nordeste e no Norte de Minas Gerais (RIZZINI, 1997) e inseridos nos domínios do Cerrado, Mata Atlântica e da Caatinga (ESPIRITO-SANTO et al., 2008).

Diante da importância e vulnerabilidade ambiental dessa fisionomia, tornam-se fundamentais estudos fitossociológicos, que são amplamente utilizados para diagnóstico quali-quantitativo das formações vegetacionais, e servem de subsídio para o planejamento das ações de gestão ambiental e recuperação de áreas degradadas (CHAVES et al., 2013). Portanto, este trabalho tem como objetivo detectar padrões florísticos e estruturais da comunidade arbórea de dois fragmentos de Florestal Estacional Decidual localizados na bacia do Rio Francisco, assim como, comparar tais padrões entre as áreas.

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado em dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual localizados nos municípios de Paracatu (17°3'16,6"S e 46°49' 23,5"W) e Presidente Juscelino (18°38'40"S e 44°04'57"W) em Minas Gerais. Ambos são áreas de Reserva Legal de propriedades privadas e estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRS).

O fragmento localizado no município de Paracatu possui área aproximada de 100 ha, com altitudes variando de 600 a 700m. O clima da região é o Aw, clima de savana, com uma estação seca bem definida, tendo pelo menos um mês com precipitação média total inferior a 60 mm e temperatura superior a 18°C em todos os meses do ano (ÁLVARESet al., 2013). A pluviosidade média anual é 1305 mm (CLIMATE-DATA,2018).

Em Presidente Juscelino, o fragmento possui altitudes entre 600 e 890m e sua área possui aproximadamente 150 ha. A região possui clima temperado brando com verão quente e chuvoso e inverno seco, o que configura o tipo Cwa de Köppen (ÁLVARESet al., 2013). A área apresenta temperatura superior a 18,9°C em todos os meses do ano, tendo pelo menos um mês com precipitação média de 6 mm e média anual é 1139 mm (CLIMATE-DATA,2018).

O terreno dos dois fragmentos apresenta área declivosa com afloramento de rochas calcárias (pertencentes ao grupo Bambuí) e com predominância dos Neossolos Litólicos, principal tipo de solo encontrado nas áreas de FED (CARVALHO & FELFILI, 2011). A vegetação predominante é a FED, entretanto, o fragmento de Paracatu está inserido em área *core* do Cerrado, enquanto o de Presidente Juscelino está em área ecotonal (Cerrado/Mata Atlântica), sofrendo influência florística da Mata Atlântica.

2.2.Amostragem da vegetação

Em cada uma das áreas foram instaladas 25 parcelas de 20×20 m, totalizando um hectare de área amostrada. Em Paracatu-MG, as parcelas foram alocadas aleatoriamente seguindo o protocolo proposto pela Rede de Parcelas Permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal (FELFILI et al., 2005). Em Presidente Juscelino-MG, as parcelas foram distribuídas sistematicamente ao longo de cinco transeções no sentido de maior declividade do fragmento, as distâncias foram de 50 m entre transeções e 20 m entre parcelas.

Em cada um dos fragmentos foram amostrados todos os indivíduos lenhosos vivos que possuíam circunferência $\geq 15,7$ cm a 1,3m do solo (CAP). A circunferência foi mensurada com auxílio de fita métrica e a altura total estimada com vara graduada em metros. Quando não foi possível determinar a identidade botânica dos indivíduos *in situ*, coletou-seo material botânico que posteriormente foi depositado no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do APG, *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). Para verificação de grafia e sinónimas nomenclaturais utilizou-se os bancos dados do *Missouri Botanic Garden* – MOBOT e do *Internacional Plant Names Index* – IPNI.

2.3. Análise dos dados

As diversidades *alfa* das comunidades estudadas foram avaliadas por meio do índice de Shannon-Wiener (H') e de equabilidade de Pielou (J') (FELFILI & REZENDE, 2003). Visando comparar essa diversidade foi empregado o teste t de Hutcheson ($p < 0,05$) com auxílio do software PAST 2.08 (HAMMER et al., 2001). Para análise da diversidade *beta* foi confeccionado o diagrama de Venn por meio do programa Venny 2.1.0 e matrizes de presença/ausência e abundância para o cálculo dos índices de similaridade de Jaccard (MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974) e de Bray-Curtis (BROWER & ZAR, 1984), respectivamente.

A variação na composição florística entre os fragmentos foi avaliada por meio da ordenação Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) que se baseou numa matriz binária (presença/ausência de espécies). O índice Jaccard foi escolhido como medida da distância para a NMDS e empregou-se o teste de Monte Carlo com 999 permutações para avaliar a significância dos eixos de ordenação (MCCUNE & GRACE, 2002). Esta análise foi processada com auxílio do programa PCORD, versão 6.0 para Windows (MCCUNE & MEFFORD, 2011).

Para a análise estrutural das comunidades foram calculados os parâmetros fitossociológicos clássicos propostos por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Além disso, a fim de avaliar o porte das comunidades, os indivíduos amostrados foram distribuídos em classes de diâmetro com intervalo crescente para se compensar o forte decréscimo da densidade nas classes de tamanho maiores, típico da distribuição em J -invertido (BOTRELL et al., 2002).

3. Resultados e Discussão

3.1. Diversidade α e β

Os índices de diversidade de Shannon foram de 3,17 e 3,25 nats. ind⁻¹ para os fragmentos de Paracatu e Presidente Juscelino, respectivamente. O teste t de Hutcheson não detectou diferença significativa entre os valores de H' dos fragmentos ($p = 0,44$). Esses valores são compatíveis com os encontrados em FEDS ao longo de Minas Gerais, que variaram entre 2,59 nats. ind⁻¹ e 3,47 nats. ind⁻¹ (SCOLFORO et al., 2008; SIQUEIRA et al., 2009).

O índice de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,76 para ambas as áreas o que confere uma forte dominância ecológica das comunidades, em que cinco espécies representaram 53,3% e 48,2% do total dos indivíduos, em Paracatu e Presidente Juscelino, respectivamente. A desuniformidade no tamanho das populações e a elevada dominância de

poucas espécies edafo-especialistas de solos férteis são características comuns das Florestas Deciduais do Cerrado (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002; CUNHA et al., 2013).

O diagrama de Venn (Figura 1) mostrou baixo percentual de espécies compartilhadas entre as áreas (23,4%). Quanto às espécies exclusivas, foram identificadas 40 (36%) no fragmento de Paracatu e 45 (40,5%) espécies em Presidente Juscelino.

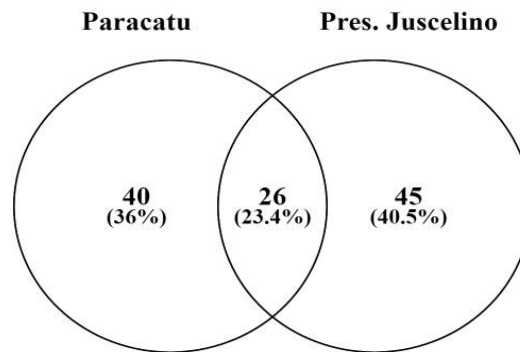


Figura 1. Diagrama de Venn das espécies compartilhadas e exclusivas entre os fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Paracatu e Presidente Juscelino, na Bacia do Rio São Francisco.

Figure 1. Venn diagram of the floristic composition of Seasonal Dry Forest fragments in Paracatu and Presidente Juscelino, in São Francisco River.

Os valores encontrados para o índice de similaridade de Jaccard (20,7%) e de Bray-Curtis (38%) são considerados baixos pela literatura (LOPES et al., 2009; ROSA et al., 2016). Esses índices variam de 0 a 1, sendo uma similaridade inferior a 0,5 considerada baixa e quanto mais próximo a 1, maior a similaridade (LOPES et al., 2009). Esses resultados somados ao baixo número de espécies compartilhadas entre as áreas evidencia a alta diversidade beta β destas formações florestais.

Na análise de ordenação NMDS os dois primeiros eixos foram significativos ($p < 0,05$) pelo teste de permutação de Monte Carlo. O valor de estresse foi de 15,14% ($p \leq 0,01$), que corresponde a uma variância explicada de 84,86%. A ordenação evidenciou uma nítida separação entre os dois fragmentos estudados (Paracatu/Presidente Juscelino) em decorrência da composição de espécies, formando dois grupos distintos entre si (Figura 2). Este resultado reforça a elevada diversidade β entre os fragmentos estudados.

Elevadas diversidades α e β são importantes para a conservação da diversidade biológica e funcional dos ecossistemas, principalmente tratando-se de ambientes fragmentados como as FEDs. Estas refletem uma alta variedade de nichos garantindo uma maior substituição de espécies e complementariedade biológica entre habitats ao longo de gradientes e em diferentes escalas espaciais (CONDIT et al., 2002). Segundo Felfili & Felfili

(2001) uma elevada diversidade β é considerada determinante para o estabelecimento de áreas prioritárias para conservação.

A heterogeneidade florística entre os fragmentos amostrados (diversidade β) pode estar relacionada às características ambientais (distribuição geográfica, fatores edáficos, rochosidade, etc) e à matriz vegetacional nas quais estes estão inseridos (GONZAGA et al., 2013; 2017). A exemplo disso, o fragmento de Paracatu, localizado na área core do Cerrado, apresentou na sua composição florística espécies típicas deste bioma como *Magonia pubescens* A.St.-Hil., *Curatella americana* L., *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc., dentre outras (MENDONÇA et al., 2008). Já no fragmento de Presidente Juscelino, que se encontra em área ecotonal (Cerrado/Mata Atlântica), verificou-se a presença de *Cordia ochnaceae* DC., *Eugenia florida* DC e *Syagrus romanzofiana* (Cham.), que são frequentemente relatadas em estudos de espécies endêmicas na Mata Atlântica (DONATO & MORRETES, 2009; BEGNINI et al., 2013; ALVES et al., 2015).

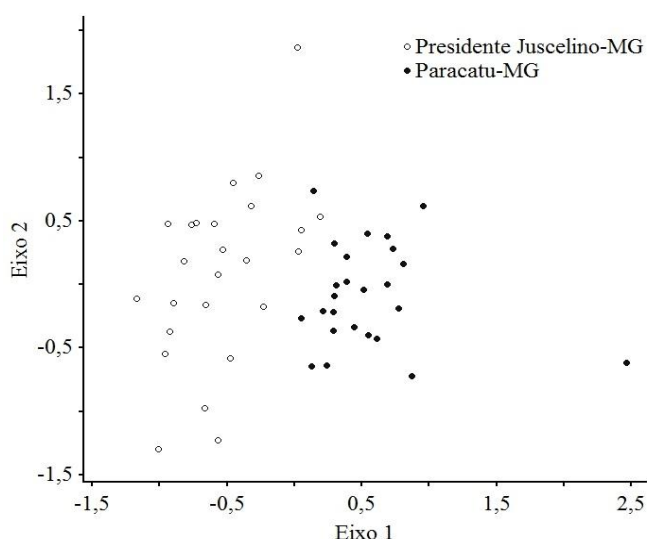


Figura 2. Eixos da ordenação do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) das parcelas amostradas nos fragmentos de Florestal Estacional Decidual em Presidente Juscelino e Paracatu, in São Francisco River.

Figure 2. *Non-metric Multidimensional Scaling* (NMDS) ordering axes of the plots sampled in Seasonal Dry Forest fragments in Presidente Juscelino and Paracatu, in São Francisco River.

3.2. Composição florística e estrutura

No fragmento de Paracatu foram amostrados 917 indivíduos que resultaram em uma área basal de $22,45\text{m}^2.\text{h}^{-1}$. Esses indivíduos distribuíram-se em 65 espécies, 54 gêneros e 25 famílias. Em Presidente Juscelino foram encontrados 876 indivíduos, totalizando $21,70\text{m}^2.\text{h}^{-1}$ de área basal, distribuídos em 70 espécies, 53 gêneros e 24 famílias (Tabela 1).

Foram excluídos das análises 10 indivíduos, considerando o conjunto das duas áreas, por não estarem identificados ao nível de espécie.

Em relação à riqueza florística, Fabaceae foi a família mais representativa nas duas áreas, contando com 16 espécies em cada, seguida pela família Malvaceae, com 5 e 6 espécies, em Paracatu e em Presidente Juscelino, respectivamente. A família Bignoniaceae também se destacou em ambas as áreas com 4 espécies em Paracatu e 5 espécies em Presidente Juscelino. Além dessas, as famílias Moraceae (5) em Paracatu e Meliaceae (5) em Presidente Juscelino estiveram entre aquelas de maior riqueza (Tabela 1). Essas famílias representaram 45% do total de espécies amostradas em cada uma das áreas.

Anadenanthera colubrina e *Myracrodruon urundeuva* tiveram o maior VI nos dois fragmentos. Em Paracatu, as espécies *A. colubrina*, *M. urundeuva*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Ficus gomelleira* e *Sebastiania brasiliensis*, representaram 44,6% do VI encontrado para o fragmento. Esses valores de importância são devidos à alta densidade das espécies *A. colubrina* e *M. urundeuva*, *A. pyrifolium*, *S. brasiliensis* e a alta dominância da *F. gomelleira*. Em Presidente Juscelino, 44,1% do VI foi encontrado nas espécies *A. colubrina*, *M. urundeuva*, *Machaerium acutifolium*, *Dilodendron bipinnatum*, *Deguelia costata*. Todas apresentando alta densidade e os maiores valores de dominância relativa.

A. colubrina e *M. urundeuva*, destacam-se entre as espécies mais importantes em levantamentos realizados em florestas decíduais do país (SILVA & SCARIOT, 2008; Siqueira et al., 2009; CARVALHO & FELFILI, 2011). A elevada densidade de indivíduos dessas espécies em ambientes de mata seca está relacionada com a preferência por solos eutróficos, em especial com altos teores de cálcio (SCOLFORO et al., 2008). A distribuição dessas espécies na América Latina (PENNINGTON et al., 2009) reforçam a teoria do arco pleistocênico, em que fenômenos ocorridos no Quaternário propiciaram uma distribuição contínua desses táxons, sendo mais tarde isolados por disjunções decorrentes de oscilações climáticas desfavoráveis (CAETANO & NACIRI, 2011).

Em ambos os fragmentos a distribuição diamétrica mostrou uma maior concentração de indivíduos na menor classe de DAP (5 a 10 cm) (Figura 3). Nesta classe, foram concentrados 54,1% dos indivíduos de Paracatu e 49,2% dos amostrados em Presidente Juscelino. Já na maior classe foram amostrados 2,3% e 3,7% do total, respectivamente, Paracatu e Presidente Juscelino. Este resultado demonstra o elevado número de indivíduos jovens nas duas áreas indicando um padrão das florestas naturais que estão em início de sucessão secundária (BOTREL et al., 2002).

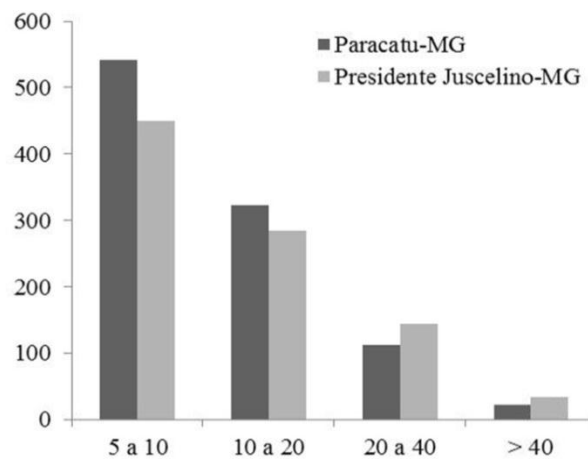


Figura 3. Distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados nos fragmentos de Floresta Estacional Decidual, na bacia do rio São Francisco.

Figure 3. Diametrical distribution of individual sampled in Seasonal Dry Forest fragments, in Sao Francisco River.

No geral, os fragmentos foram semelhantes quanto à caracterização estrutural. Uma vez que o estado de conservação de uma área reflete diretamente na sua diversidade e estrutura (SANTANA et al., 2016; SABINO et al. 2016) é possível entrever que os fragmentos estão em estado similar de conservação. Este resultado é condizente com o fato de que ambos são áreas de Reserva Legal de propriedades privadas e, por serem áreas protegidas com acesso relativamente restrito têm baixo grau de perturbação antrópica.

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos dos fragmentos amostrados nos municípios de Paracatu e Presidente Juscelino. As espécies arbóreas estão dispostas em ordem alfabética de família. Onde: DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoR = Dominância Relativa; VI = Valor de Importância

Table 1. Phytosociological parameters of the fragments sampled in the municipalities of Paracatu and Presidente Juscelino. The tree species are arranged in alphabetical order of family. Where: DR = Relative Density; FR = Relative Frequency; DoR = Relative Dominance; VI = Value of Importance

Família	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
	DR	FR	DoR	VI	DR	FR	DoR	VI
ANACARDIACEAE								
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	1,3	2,6	1,01	4,9	0,8	1,2	1,71	3,7
<i>Cyrtocarpa caatingae</i> J.D.Mitch. & Daly	-	-	-	-	0,1	0,3	0,14	0,6
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	10,7	6,8	12,70	30,2	9,4	5,6	12,01	27,0
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	-	-	-	-	0,2	0,3	1,10	1,6
ANNONACEAE								
<i>Annona mucosa</i> Jacq.	0,1	0,3	0,05	0,5	-	-	-	-
<i>Annona neolaurifolia</i> H.Rainer	-	-	-	-	1,4	1,2	0,89	3,6
<i>Annona sericia</i> Dun.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	-	-	-	-	2,0	1,6	0,88	4,4
APOCYNACEAE								
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake ex Pittier	3,9	3,2	2,27	9,4	-	-	-	-
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	11,7	6,8	10,13	28,7	2,5	4,0	2,00	8,6
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A.DC.	-	-	-	-	0,2	0,3	0,10	0,6
ARALIACEAE								
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J. Wen	-	-	-	-	2,7	3,1	1,24	7,1
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	-	-	-	-	0,1	0,3	1,36	1,8
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	-	-	-	-	0,1	0,3	0,03	0,4

Continua...

Tab 1. *Cont...*

Família	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
	DR	FR	DoR	VI	DR	FR	DoR	VI
ARECACEAE								
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.)	-	-	-	-	0,1	0,3	0,05	0,5
BIGNONIACEAE								
<i>Fridericia bahiensis</i> (Schauer ex. DC.) L.G. Lohmann	-	-	-	-	0,4	0,9	0,06	1,4
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	5,2	5,2	6,22	16,6	2,2	4,0	2,16	8,4
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	0,1	0,3	0,03	0,5	-	-	-	-
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	-	-	-	-	0,1	0,3	0,01	0,4
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	0,6	1,3	0,23	2,1	-	-	-	-
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	0,1	0,3	0,01	0,4	2,6	3,1	1,23	7,0
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	-	-	-	-	0,3	0,9	0,05	1,3
BORAGINACEAE								
<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.J. Mill.	-	-	-	-	0,3	0,6	0,32	1,3
<i>Cordia ochracea</i> DC.	-	-	-	-	0,1	0,3	0,05	0,5
BURSERACEAE								
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	0,2	0,3	0,06	0,6	-	-	-	-
<i>Protium warmingianum</i> Marchand	-	-	-	-	0,1	0,3	0,02	0,4
CANNABACEAE								
<i>Celtisiguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	1,6	3,2	0,57	5,4	1,9	3,1	0,72	5,7
CELASTRACEAE								
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	-	-	-	-	0,1	0,3	0,06	0,5
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	0,1	0,3	0,02	0,4	0,2	0,6	0,03	0,9
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart.) G. Don	-	-	-	-	0,1	0,3	0,03	0,4

Continua...

Tab 1. *Cont...*

Família	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
	DR	FR	DoR	VI	DR	FR	DoR	VI
CLUSIACEAE								
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	0,1	0,3	0,01	0,4	-	-	-	-
COMBRETACEAE								
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	-	-	-	-	0,3	0,3	0,25	0,9
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	-	-	-	-	0,1	0,3	0,03	0,5
DILLENIACEAE								
<i>Curatella americana</i> L.	0,1	0,3	0,02	0,4	-	-	-	-
EBENACEAE								
<i>Diospyros coccolobifolia</i> Mart. ex Miq.	0,9	1,3	0,29	2,5	-	-	-	-
ERYTHROXYLACEAE								
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St. -Hil.	1,0	2,3	0,20	3,5	-	-	-	-
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	0,3	0,6	0,06	1,0	2,4	2,2	0,76	5,3
EUPHORBIACEAE								
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0,3	0,6	0,03	1,0	0,2	0,6	0,04	0,9
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	11,6	4,2	5,85	21,7	-	-	-	-
FABACEAE								
<i>Albizia polycephala</i> Benth.	0,1	0,3	0,01	0,4	-	-	-	-
<i>Albizia polyphylla</i> Benth.	0,1	0,3	0,04	0,5	-	-	-	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	13,3	7,5	11,27	32,0	19,3	7,2	29,95	56,4
<i>Bauhinia catingae</i> Harms	1,5	1,6	0,35	3,5	0,4	0,9	0,06	1,4
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P. Lewis	1,0	0,6	0,50	2,1	-	-	-	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf	0,2	0,3	0,13	0,7	-	-	-	-

Continua...

Tab 1. *Cont...*

Família	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
	DR	FR	DoR	VI	DR	FR	DoR	VI
FABACEAE								
<i>Deguelia costata</i> (Benth.) Az.-Tozzi	-	-	-	-	4,5	2,8	2,73	10,0
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	0,1	0,3	0,03	0,4	-	-	-	-
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	0,2	0,6	0,31	1,2	-	-	-	-
<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	0,1	0,3	0,02	0,4	-	-	-	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0,9	1,3	0,54	2,7	-	-	-	-
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	0,1	0,6	0,02	0,8	10,7	3,7	8,34	22,8
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	3,6	2,9	1,00	7,5	1,4	0,9	0,46	2,8
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	1,2	1,6	1,51	4,3	0,4	1,2	0,13	1,8
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	-	-	-	-	0,3	0,6	0,78	1,7
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	-	-	-	-	0,1	0,3	0,47	0,9
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	0,4	1,3	0,07	1,8	1,9	5,3	1,31	8,5
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	-	-	-	-	0,1	0,3	0,51	0,9
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	-	-	-	-	0,1	0,3	0,14	0,6
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	-	-	-	-	0,1	0,3	0,02	0,4
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	0,4	0,6	0,96	2,0	2,2	2,2	1,07	5,4
<i>Poecilanthe grandiflora</i> Benth.	0,1	0,3	0,03	0,5	0,4	0,9	0,09	1,5
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	-	-	-	-	2,3	2,8	0,42	5,5
<i>Swartzia macrostachya</i> Benth.	-	-	-	-	0,1	0,3	0,78	1,2
LECYTHIDACEAE								
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	-	-	-	-	0,5	0,9	3,41	4,9

Continua...

Tab. 1. *Cont...*

Família	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
	DR	FR	DoR	VI	DR	FR	DoR	VI
MALVACEAE								
<i>Ceiba pubiflora</i> (A. St.-Hil.) K. Schum.	-	-	-	-	0,1	0,3	0,01	0,4
<i>Ceibaspeciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	0,8	1,9	2,09	4,8	-	-	-	-
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	-	-	-	-	0,1	0,3	0,08	0,5
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1,9	1,6	0,81	4,3	0,1	0,3	0,07	0,5
<i>Helicteres brevispira</i> A. St.-Hil.	-	-	-	-	0,2	0,6	0,11	0,9
<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	-	-	-	-	0,2	0,6	0,94	1,8
<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	0,6	1,0	0,22	1,8	-	-	-	-
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	1,4	1,3	2,10	4,8	-	-	-	-
<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hill. & Naudin	1,6	3,2	3,00	7,8	0,3	0,3	0,43	1,1
MELIACEAE								
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	-	-	-	-	4,5	4,0	0,97	9,5
<i>Trichilia claussoni</i> C. DC.	-	-	-	-	0,7	1,9	0,58	3,1
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	0,6	1,0	0,54	2,1	-	-	-	-
<i>Trichilia hirta</i> L.	-	-	-	-	2,5	3,7	0,91	7,2
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	-	-	-	-	3,5	2,2	1,40	7,1
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	-	-	-	-	0,2	0,6	0,27	1,1
MORACEAE								
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	0,1	0,3	0,03	0,5	0,1	0,3	0,22	0,6
<i>Ficus auriculata</i> Lour.	0,1	0,3	0,01	0,4	-	-	-	-
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché	1,4	3,2	19,33	24,0	1,2	1,2	5,86	8,3
<i>Ficus rupicola</i> C.C. Berg & Carauta	1,0	1,9	1,08	4,0	-	-	-	-
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	0,3	1,0	0,07	1,3	0,1	0,3	0,06	0,5

Continua...

Tab 1. *Cont...*

Família	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
	DR	FR	DoR	VI	DR	FR	DoR	VI
MYRTACEAE								
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg	1,5	1,0	0,26	2,7	-	-	-	-
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	0,1	0,3	0,05	0,5	-	-	-	-
<i>Eugenia florida</i> DC.	-	-	-	-	0,7	1,6	0,12	2,3
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	0,1	0,3	0,07	0,5	-	-	-	-
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	0,1	0,3	0,01	0,4	-	-	-	-
NYCTAGINACEAE								
<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	-	-	-	-	0,4	0,9	0,12	1,5
OPILIACEAE								
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.	-	-	-	-	0,4	1,2	0,12	1,8
RUBIACEAE								
<i>Alseis floribunda</i> Schot.	-	-	-	-	0,2	0,6	0,02	0,9
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	-	-	-	-	0,3	0,9	0,09	1,4
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	-	-	-	-	0,1	0,3	0,02	0,4
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	1,2	1,6	0,29	3,1	2,2	1,9	1,02	5,1
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	0,1	0,3	0,06	0,5	-	-	-	-
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC	0,1	0,3	0,03	0,5	-	-	-	-
RUTACEAE								
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	0,4	1,0	0,07	1,4	-	-	-	-
SALICACEAE								
<i>Casearia mariquitensis</i> Kunth	0,5	0,3	0,20	1,0	-	-	-	-
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	2,1	1,9	0,66	4,7	0,3	0,9	0,30	1,6
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	0,3	0,3	0,09	0,7	-	-	-	-

Continua...

Tab 1. Cont...

Família	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
	DR	FR	DoR	VI	DR	FR	DoR	VI
SAPINDACEAE								
<i>Allophylus sericeus</i> (Cambess.) Radlk.	0,2	0,6	0,06	0,9	-	-	-	-
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	-	-	-	-	0,4	0,6	0,09	1,1
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	3,4	5,2	8,31	16,9	3,8	4,0	7,69	15,6
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	0,1	0,3	0,14	0,6	-	-	-	-
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	-	-	-	-	0,5	0,6	0,44	1,6
SAPOTACEAE								
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	0,4	0,3	0,09	0,8	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	4,9	2,6	3,14	10,6	-	-	-	-
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	0,1	0,3	0,02	0,4	0,4	0,9	0,09	1,5
SOLANACEAE								
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	0,4	0,6	0,11	1,2	-	-	-	-
URTICACEAE								
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	0,1	0,3	0,03	0,5	-	-	-	-
VOCHYSIACEAE								
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	0,2	0,6	0,19	1,0	-	-	-	-

4. Considerações finais

As áreas diferenciaram-se floristicamente, possivelmente pelo conjunto dos aspectos fisiográficos, incluindo o fato de estarem inseridas em diferentes matrizes vegetacionais. Essa diferença é reforçada pela elevada diversidade β entre os fragmentos o que ressalta a importância da proteção de ambos para a garantia da diversidade e processos funcionais das suas comunidades.

Estruturalmente, as áreas se apresentaram similares em relação aos valores de área basal e distribuição diamétrica da comunidade, indicando que estas estão em estado semelhante de conservação e sucessão ecológica.

5. referências bibliográficas

ALVES, M; OLIVEIRA, R.B.; TEIXEIRA, S.R.; GUEDES, M.L.S.; ROQUE, N.N. Levantamento florístico de um remanescente de Mata Atlântica no litoral norte do Estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v.42, n.3, p.581-595, 2015.

APG. Angiosperm Phylogeny Group (APG IV). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.181, p.1-20, 2016

ÁLVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

BOTREL, R.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.2, 195-213, 2002.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. Field e laboratory methods for general ecology. Dudaque, W. C. **Brown Publishers**. p.226, 1984.

CAETANO.S.; NACIRI, Y. The biogeography of seasonally dry tropical forests in South America. In: Dirzo R, Young H, Mooney H, Ceballos G editors. Seasonally dry tropical forests. **London: Ecology and Conservation Island Press**, 2011.

CARVALHO, F.A.; FELFILI, J.M. Aplicação da diversidade alfa e beta para definição de áreas prioritárias para conservação: uma análise das florestas decíduais sobre afloramentos calcários no Vale do Paraná. **Bioscience Journal**, v.27, n.5, p.830-838, 2011.

CHAVES, A.D.C.G.; SOUSA, R.M.S.; SANTOS, J.O.; ALBUQUERQUE, A.F.; MARACAJÁ, P.B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.2, p.43-48, 2013.

CLIMATE-DATA. 2018. Clima. Disponível em: <http://pt.climate-data.org>. Acessado em 16 de março de 2018.

CONDIT, R.; PITMAN, N.; LEIGH, E.G.; CHAVE, J.; TERBORGH, J.; FOSTER, B et al. Beta-diversity in tropical forest trees. **Science**, v.295, n.5555, p.666-669, 2002.

CUNHA, M.C.L.; SILVA JÚNIOR, M.C.; BALTAZAR, L.R. Fitossociologia do estrato lenhoso de uma floresta estacional semidecidual montana na Paraíba, Brasil. **Cerne**, v.19, n.2, p.271-280, 2013.

DONATO, A.M.; LANGE, B. Anatomia foliar de *Eugenia florida* DC. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, n.3, p.759-770, 2009.

ESPÍRITO-SANTO, M.R.M.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F.; FERNANDES, G.W.; AZOFEIFA, G.A.S.; QUESADA, M. Bases para a conservação e uso sustentável das florestas estacionais decíduais brasileiras: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Unimontes Científica**, v.8, n.1, p.13-22, 2008.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; HAIDAR, R.F. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: **Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal**, 2005.

FELFILI, J.M. Fragmentos de Florestas Estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. In: Costa RB. (Org.). Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste. **Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco**, 2003.

FELFILI, J.M.; RESENDE, R.P. Conceitos e métodos em fitossociologia. Comunicações técnicas florestais. **Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal**, 2003.

FELFILI, M.C.; FELFILI, J.M. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu strictu da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.15, n.2, p.243-254, 2001

FELKER, R.M. et al. Caracterização florística e estrutural de um fragmento florestal na região central do Rio Grande do Sul. **Nativa Sino**, v.6, n.1, p.73-78, 2018

GAUCH, H.G. Multivariate analysis in community ecology. **Cambridge University Press, Cambridge**. 298p. 1982.

Gonzaga APD, Machado ELM, Felfili JM, Pinto JRR. Brazilian Deciduous Tropical Forest enclaves: floristic, structural and environmental variations. *Brazilian Journal of Botany*, 2017, 40(2), 417-426

GONZAGA, A.P.D.; PINTO, J.R.R.; MACHADO, E.L.M. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, v.64, n.1, p.11-19, 2013.

GUEDES, R.S.; ZANELLA, F.C.V.; COSTA, J.E.V.J.R.; SANTANA, G.M.; SILVA, J.A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de Caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v.25, n.2, p.99-108, 2012.

GOTELLI, N.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v.4, n.4, p.379-391, 2001.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, p.1-9, 2001.

LOPES, S.F.; VALE, V.S.; SCHIAVINI, I. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em caldas novas, GO. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.695-704, 2009.

MCCUNE, B.J.; GRACE, J.B. Analysis of Ecological Communities. **Oregon: MJM**, 2002.

MCCUNE, B.J.; MEFFORD, M.J. PC-ORD. Multivariate analysis of Ecological Data. Version 6.0, **Oregon: MJM**, 2011.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JUNIOR, M.C.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. Pp. 423-1279. In: S.M. Sano; Almeida, S.P. & J.F. Ribeiro (eds.). **Cerrado: ecologia e flora. v. 2. Brasília, Embrapa Informação e Tecnologia**. 2008.

MILES, L.; NEWTON, A.C.; DEFRIES, R.S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; KAPO, V.; GORDON, J.E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v.33, n.3, p.491-505, 2006.

MORELLATO, B.; SILVA, R.R.; CASTELLANI, F.T. Fenologia reprodutiva de *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) em Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas**, v.26, n.4, p.53-60, 2013.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. **New York: John Wiley & Sons**, 1974.

NASCIMENTO, R.T.; FELFILI, J.M.; FAGG, C.W. Estimativa da Abertura do dossel em duas florestas estacionais em afloramentos calcários no Brasil central com fotografias hemisféricas. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.167-176, 2007.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and wood flora of the bioma Cerrado. In: Oliveira PS, Marquis RJ (Eds.). *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical Savanna*. **New York: Columbia University Press**, 2002.

PENNINGTON, R.T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.40, p.43-57, 2009.

PEREIRA, B.A.S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F.A. Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.446-455, 2011.

PRADO, D.E.; GIBBS, P.E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.8, n.4, p.902-927, 1993.

RIZZINI, C.T. Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. **2a ed. Âmbito Cultural Edições, Rio de Janeiro, 1997.**

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As Principais Fitofisionomias de Cerrado. In: Sano SM, Almeida, S. P, Ribeiro, JF. (Eds.) Cerrado: ecologia e flora. **Embrapa Cerrados. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.**

ROSA, A.D.; SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; MARCON, A.K.; MISSIO, F.D.F.; BENTO, M.A.; SILVA, J.O.; GONÇALVES, D.A.; RODRIGUES JÚNIOR, L.C. Natural regeneration of tree species in a cloud forest in Santa Catarina, Brazil. **Revista Árvore**, v.40, n.6, p.1073-1082, 2016.

SCOLFORO, J.R.S.; MACHADO, E.L.M.; SILVA, C.P.C.; MELLO, J.M.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; ANDRADE, I.S.; FERRAZ FILHO A.C. Definição de Grupos Fisionômicos na Floresta Estacional Decidual. In: SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M.; CARVALHO, L.M.T. (Org.). Inventário Florestal de Minas Gerais - Floresta Estacional Decidual: Florística, Estrutura, Diversidade, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Áreas Aptas para Manejo Florestal. Lavras: Editora UFLA, v.I, p.29-64, 2008.

SABINO, F.G.D.S.; CUNHA, M.D.C.L.; SANTANA, G.M. Vegetation Structure in Two Anthropic Fragments of Caatinga in Paraíba State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.4, p. 487-497, 2016.

SANTANA, J.A.S.; JÚNIOR, J.A.S.S.; BARRETO, W.S.; FERREIRA, A.T.S. Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.36, n.88, p.355-361, 2016.

SILVA, L.A.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos-GO, Bacia do Paraná). **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p.307-326, 2003.

SIQUEIRA, A.S.; ARAUJO, G.M.; SCHIAVINI, I. Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de floresta estacional decidual no vale do rio Araguari, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.23, n.1, p.10-21, 2009.

ARTIGO CIENTÍFICO II: Diversidade funcional e montagem de comunidade de florestas estacionais decíduais em Minas Gerais

RESUMO

As Florestas Estacionais Decíduais são formações que se destacam devido às condições ambientais restritivas as quais estão submetidas (ex. seca, rochosidade) e pouco se sabe sobre o funcionamento e a montagem destas florestas. Portanto, este estudo objetivou identificar e comparar os padrões funcionais e testar a hipótese de filtragem abiótica conduzindo a montagem das comunidades de dois fragmentos dessa vegetação, localizados em Paracatu e Presidente Juscelino, MG. Para caracterização ambiental foi feita uma PCA utilizando variáveis edáficas, de relevo e clima. Para análise funcional foram utilizados o CWM e quatro índices de diversidade funcional (FRic, FEve, FDiv e FDis). A análise da montagem das comunidades foi feita por meio de modelos nulos. Os fragmentos apresentaram composição funcional semelhante, com atributos característicos de formações secas apresentando os maiores valores de CWM (p. ex. anemocoria, sementes ortodoxas, madeira pesada). Foram verificadas diferenças entre os índices de diversidade funcional, as quais foram associadas as características ambientais e a dispersão estocástica foi apontada como o mecanismo mais influente na montagem das comunidades na escala estudada.

Palavras-chave: Atributos funcionais, Mata seca, Modelo nulo, Filtragem ambiental

ABSTRACT

Deciduous Seasonal Forests are formations that stand out due to the restrictive environmental conditions to which they are subjected (eg drought, rockyness) and little is known about the functioning and assembly rules of these forests. Therefore, this study aimed to identify and compare functional patterns and test the hypothesis of abiotic filtering leading to the assembly rules of two fragments of this vegetation, located in Paracatu and Presidente Juscelino, MG. A PCA was made for environmental characterization having as variables edaphic properties, relief and climate. For the functional analysis we used the CWM and four functional diversity indices (FRic, FEve, FDiv and FDis). The analysis of assembly rules was done using null models. The fragments presented similar functional composition, with attributes of dry formations (eg anemochory, orthodox seeds, heavy wood) presenting the highest CWM values. Differences were verified between the functional diversity indices, which were associated with the environmental characteristics and the stochastic dispersion was pointed as the most influential mechanism in the assemblage of the communities in the studied scale.

Keyword: Dry forest, Environmental filtration, Functional attributes, Null model

1. Introdução

As Florestas Estacionais Deciduais (FED's) ou matas secas fazem parte do grande grupo das Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (DEXTER et al., 2018). No Brasil, ocorrem em regiões de acentuada sazonalidade climática, com marcado período de seca e, geralmente, associadas a afloramentos rochosos (GONZAGA et al., 2017). Caracterizam-se pela elevada deciduidade no período seco e pela similaridade florística com a vegetação adjacente (GONZAGA et al., 2013; PENNINGTON et al., 2018). Devido à condição de elevado déficit hídrico e, por vezes, pronunciada rochosidade, as plantas dessa vegetação apresentam extraordinárias adaptações para sobreviver (PENNINGTON et al., 2018; POOTER et al., 2019), o que as torna fisionomias com funções ecológicas potencialmente únicas (PENNINGTON et al., 2018; SANAPHRE-VILLANUEVA et al., 2016).

As funções ecológicas exercidas pelas comunidades são baseadas em atributos funcionais, os quais representam o valor de características morfológicas, fisiológicas ou fenológicas (LALIBERTÉ & LEGENDRE, 2010; RICOTTA & MORETTI, 2011; TILMAN, 2001; VILLÉGER et al., 2008). Essas características afetam o *fitness* dos indivíduos por meio de seus efeitos no crescimento, reprodução e sobrevivência em determinados ambientes (RAYMUNDO et al., 2019; SUBEDI et al., 2019; MEDEIROS et al., 2018). Por estarem relacionados a nichos de espécies (SOBERÓN, 2007; THUILLER et al., 2004), a variabilidade dessas características nas comunidades, ou seja, a diversidade funcional reflete os processos montagem de comunidades, como filtragem ambiental ou interações competitivas (MASON et al., 2013; MOUCHET et al., 2010).

Montagem de comunidades é definida por uma série de processos ecológicos, conhecidos como “filtros” hierárquicos, que atuam selecionando espécies, de acordo com suas características funcionais (KEDDY, 1992; GOTZENBERGER et al., 2012). Três processos dominam essa perspectiva: (1) dispersão, (2) ambiente abiótico e (3) interações bióticas (CADOTTE & TUCKER, 2017; GOTZENBERGER et al., 2012; KRAFT et al., 2015). Assim, as espécies são filtradas, primeiro por fatores que atuam em escalas globais e regionais, como aleatoriedade, padrões históricos de especiação, extinção, migração e processos de dispersão, até fatores abióticos (restrições físicas do ambiente) e interações bióticas (positivas e negativas) que atuam em escala local (GOTZENBERGER et al., 2012; VALLADARES et al., 2015).

Segundo uma linha de raciocínio, em condições adversas como frio extremo ou seca, é esperado um forte padrão de filtragem abiótica determinando o conjunto de espécies

capazes de sobreviver em determinado local, o que resulta em convergência de características funcionais (CADOTTE & TUCKER, 2017). Por outro lado, em habitats mais competitivos e produtivos, de acordo com a hipótese de similaridade limitante, espera-se que a competição entre espécies coexistentes crie uma distribuição divergente das características, condicionada à limitação de semelhanças no uso de recursos (MACARTHUR & LEVINS, 1967; GOTZENBERGER et al., 2012).

Estes processos interagem dinamicamente para conduzir o padrão da comunidade e não são mutuamente excludentes. Desta forma, as interações bióticas podem ser fortemente influenciadas pelo contexto abiótico (KRAFT et al., 2015; CADOTTE & TUCKER, 2017). Isto porque a construção das comunidades é também dependente da covariância entre as taxas de crescimento intrínseco das espécies e o ambiente. Assim, espécies sofrem em condições ambientais adversas e, diante da concorrência com aquelas que são mais adaptadas (maiores taxas de crescimento local), os padrões resultantes de presença-ausência e abundância serão os mesmos que os esperados de um filtro ambiental rigoroso (CADOTTE & TUCKER, 2017).

Infelizmente, pouco se sabe sobre o funcionamento e os processos que estruturam as Florestas Estacionais Deciduais. A maioria dos estudos relacionados a essa vegetação têm como foco a diversidade taxonômica (ARRUDA et al., 2011, 2013; CARVALHO & FELLILLI, 2011; GONZAGA et al., 2013, 2017; SAMPAIO et al., 2011; SANTOS et al., 2007). Por essa razão, este estudo teve o intuito de contribuir com o reconhecimento dos padrões funcionais destas florestas. Especificamente, objetivou-se: I) comparar funcionalmente dois fragmentos de FED; II) identificar os mecanismos de montagem atuantes nas duas comunidades por meio da diversidade funcional. Espera-se que: I) os fragmentos sejam funcionalmente parecidos devido à semelhante condição de estresse hídrico climático à qual a vegetação está submetida; II) há convergência funcional devido ao efeito direto da filtragem abiótica (seca, rochosidade) na sobrevivência dos indivíduos e também nas interações bióticas entre estes.

2. Materiais e Métodos

2.1. Áreas de estudo

O estudo foi conduzido em dois fragmentos de floresta estacional decidual, localizados nos municípios de Paracatu e Presidente Juscelino no estado de Minas Gerais. O fragmento de Paracatu está inserido sob as coordenadas 17°3'16,6"S e 46°49' 23,5"O em área *core* do Cerrado e o de Presidente Juscelino se encontra em zona transicional Cerrado-Mata

Atlântica nas coordenadas 18°38'40"S e 44°04'57"O (FIGURA 1a). Ambos são áreas de Reserva Legal de propriedades privadas e apresentam bom estado de conservação.

Além disso, os fragmentos possuem relevo com forte declividade e presença de afloramento de rochas calcárias (pertencentes ao grupo Bambuí). Há predominância dos Neossolos Litólicos e do clima estacional pela classificação de Koppen (Figura 1b; Tabela 1).

Tabela 1. Informações ambientais dos dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual.

	Paracatu-MG	Presidente Juscelino-MG
Altitude (m) (mínima e máxima)	598 a 695	687 a 826
Área (ha)	100	150
Clima (Koppen)	Aw	Cwa
Temperatura média anual (°C)	23.6	22.0
Precipitação anual (mm)	1272	1116
Período seco (meses/ano) ^a	5	5

^a Considerados meses secos aqueles com chuvas abaixo de 50 mm (CARVALHO & FELFILLI, 2011).

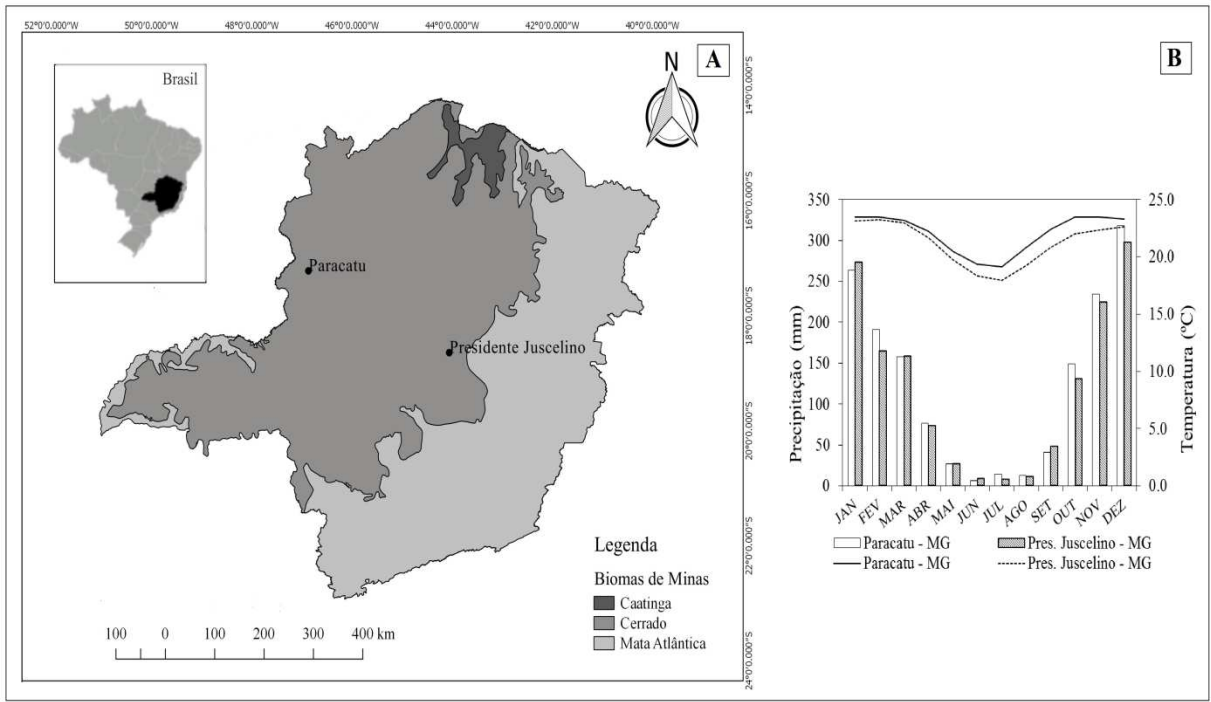


Figura 1. Localização dos fragmentos de floresta estacional decidual em Minas Gerais (a). Temperatura média e precipitação mensal para os fragmentos de acordo os dados da classificação climática de Koppen para o Brasil, realizada por Álvares et al. (2013) (b).

2.2.Amostragem da vegetação

Foram instaladas 25 parcelas de 20 × 20 m (400 m²) no sentido de maior declividade dos terrenos, totalizando um hectare de área amostrada em cada fragmento. Em Paracatu, a área foi dividida em faixas de 20 m de largura, onde posteriormente realizou-se sorteio daquelas que seriam utilizadas na amostragem. Em sequência, as parcelas foram

aleatoriamente distribuídas nas faixas sorteadas (FELFILI et al., 2005; GONZAGA et al., 2017). Em Presidente Juscelino, as parcelas foram alocadas sistematicamente e distribuídas em cinco transeções, sendo 50 m entre transeções e 20 m entre parcelas (OLIVEIRA, 2012).

Os inventários foram realizados nos anos de 2016 e 2017, respectivamente, em Paracatu e Presidente Juscelino, onde todos os indivíduos arbóreos vivos contidos nas parcelas com circunferência a 1,30m do solo (CAP) > 15,7 cm foram amostrados e etiquetados com plaquetas de alumínio numeradas.

O material botânico dos indivíduos não identificados em campo foi coletado e depositado no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). As identificações foram feitas com base na literatura especializada, consultas à especialistas e comparações no herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB), Universidade de Brasília (UnB), Reserva Ecológica do IBGE e Embrapa Recursos Genéticos (CEN). As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do APG, *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). Para verificação de grafia e sinônimas nomenclaturais utilizou-se os bancos de dados do Missouri Botanic Garden – MOBOT e do Internacional Plant Names Index – IPNI.

2.3.Caracterização ambiental

Os dados ambientais utilizados neste estudo foram coletados por Gonzaga et al. (2017) em Paracatu e Oliveira (2012) em Presidente Juscelino, nas mesmas parcelas utilizadas para o levantamento arbóreo. Foram analisadas as características edáficas físicas e químicas, além da topografia e rochosidade dos fragmentos. Desta forma, foram obtidos os teores de areia, silte e argila; K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , $Ca^{++}+Mg^{++}$, pH, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), saturação por base (V), matéria orgânica (MO), CTC potencial (T) e CTC efetiva (t); altitude (Alt), declividade (Dec) e porcentagem de rocha exposta (Roc). Os dados de precipitação e temperatura (Tabela 1) também foram utilizados na caracterização ambiental.

As propriedades físico-químicas dos solos foram obtidas por meio de amostras compostas em cada parcela, sendo oriundas de cinco coletas realizadas na camada superficial de 0 a 20 cm. Estas coletas foram feitas aleatoriamente em Presidente Juscelino, e, em Paracatu, no centro das parcelas e em cada um dos quatro vértices. Para obter a declividade dos terrenos mediu-se a inclinação da microtopografia em cada parcela com base na metodologia utilizada por Espírito-Santo et al. (2002). Desta forma, foram encontradas as cotas dos vértices das parcelas e calculada a declividade pela diferença entre a elevação máxima e a mínima.

A porcentagem de cobertura rochosa na superfície das parcelas foi analisada por meio da adaptação do método de Braun Blanquet (1979). Assim, foram atribuídas classes por meio de valores nominais: 0 = ausência de rochas superficiais; 1 = 0 a 25%; 2 = 26% a 50%; 3 = 51 a 75%; e 4 = 76 a 100%.

2.4. Classificação funcional das espécies

As espécies amostradas foram classificadas para as seguintes características, cujos atributos se encontram entre parênteses: 1) Grupo ecológico (PI=pioneiras e NPI=não pioneiras); 2) Síndrome de dispersão (Ane=anemocoria, Aut=autocoria e Zoo=zoocoria); 3) Síndrome de polinização (Anemo=anemofilia ou Zoof=zoofilia); 4) Tolerância à dessecação da semente (Ort=ortodoxa e Rec=recalcitrante) e 5) Densidade da madeira (leve, média e pesada), segundo os critérios de Borchert (1994 a,b), sendo: (a) Madeira leve, espécies com densidade do lenho $< 0,5 \text{ g.cm}^{-3}$; (b) Madeira média, densidade de 0,5 a 0,8 g.cm^{-3} ; (c) Madeira pesada, densidade $> 0,8 \text{ g.cm}^{-3}$. Esta classificação foi realizada a partir de consulta na literatura especializada de livros e artigos publicados e no conhecimento da própria autora. A escolha por atributos exclusivamente categóricos foi devido à possibilidade de se caracterizar funcionalmente um maior número de espécies.

2.5. Análise funcional

Com o intuito de verificar os padrões da composição funcional de cada fragmento foi calculado o CWM *Community-Weighted Mean* ou “valores médios ponderados dos caracteres dentro de uma comunidade”, proposto por Garnier et al. (2004). Este índice quantifica a média, ponderada pela abundância das espécies, para cada atributo funcional. Quanto maior o valor do CWM mais relevante é o atributo na estrutura da comunidade. Desta forma é possível obter a identidade funcional dos fragmentos (GARNIER et al., 2007; LEPS et al., 2011).

A caracterização da diversidade funcional dos fragmentos foi realizada mediante três índices propostos por Villéger et al. (2008): a Riqueza funcional (FRic “*Functional Richness*”), a Equitabilidade funcional (FEve “*Functional Evenness*”) e a Divergência Funcional (FDiv “*Functional divergence*”); e da Dispersão funcional (FDis “*functional dispersion*”) sugerida por Laliberté & Legendre (2010) como índice complementar às três facetas inicialmente apresentadas por Villéger et al. (2008). A FRic representa o tamanho do espaço funcional ocupado na comunidade, a FEve demonstra quão regularmente as abundâncias das espécies estão distribuídas no espaço funcional, a FDiv define o quão distantes as abundâncias das espécies estão do centro do espaço funcional e a FDis mede a

distância média de cada espécie no espaço funcional em relação ao centroide de todas as outras espécies presentes na comunidade (LALIBERTÉ & LEGENDRE, 2010).

Para obter os índices foram elaboradas duas matrizes: uma matriz de abundância das espécies para cada parcela (unidade amostral) e outra das espécies com seus respectivos atributos. A matriz de atributos foi convertida em uma matriz de dissimilaridade funcional, calculada pela distância de Gower (BOTTA-DUKAT, 2005) e transformada numa matriz numérica através de uma Análise de Coordenadas Principais (PcoA). Com os valores dos eixos resultantes da PcoA calculou-se os índices de diversidade funcional por meio da função dbFD do pacote FD (LALIBERTÉ & LEGENDRE, 2010) no R versão 3.5.1 R (R Development Core Team, 2018). O CWM foi calculado utilizando-se este mesmo pacote.

2.6. Análise dos dados e modelos nulos

As variáveis ambientais dos fragmentos foram avaliadas pela análise de componentes principais (PCA), por meio do programa PC-ORD, versão 6.0 para Windows (MCCUNE & MEFFORD, 2011). Os dados de temperatura e precipitação, foram incluídos na PCA. Após análise preliminar, foram selecionadas apenas variáveis cujo autovalor foi superior a 0,5 em um dos eixos da ordenação ou aquelas altamente redundantes com outras variáveis. Desta forma, foram mantidas: areia, argila, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), matéria orgânica (MO), declividade (Dec), porcentagem de rocha exposta (Roc), precipitação (altamente correlacionada com temperatura).

Os valores de CWM dos atributos foram comparados entre si para cada característica, em cada fragmento, a fim de se obter a identidade funcional das comunidades (p. ex. em GE comparou-se os valores de PI e NPI). Foi utilizado o teste de Mann-Whitney (MANN & WHITNEY, 1947) para as características com dois atributos (GE, SP e TD) e o teste de Kruskal-Wallis (ZAR, 1996) seguido pelo teste de Mann-Whitney, quando houve diferença significativa ($p < 0,05$), nas as características de com três atributos (SD e DM). Além disso, foram comparados os valores de CWM dos mesmos atributos (p.ex. ZOO com ZOO) e os índices de diversidade funcional (FRic, FDiv, FEve e FDis) entre os fragmentos. Para isso foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Optou-se pelo uso de testes não-paramétricos devido ao não atendimento dos pressupostos estatísticos para a utilização de testes paramétricos. Estes processamentos foram realizados por meio do programa Past, versão 3.23 (HAMMER, et al., 2009).

Posteriormente foi verificado se existe na diversidade funcional das áreas algum padrão que possa esclarecer os mecanismos subjacentes de montagem das comunidades (MOUCHET et al., 2010). Assim, foi analisado se os valores observados de FRic e FDis são

maiores ou menores do que o esperado ao acaso mediante modelos nulos. Segundo Mason et al. (2013), estes dois índices são os que melhor representam os processos que atuam na estruturação e na distribuição das espécies nas comunidades em resposta ao ambiente.

Os modelos foram criados baseando-se no modelo nulo original de Connor e Simberloff (1979) e complementados com abordagens comumente encontradas em pesquisas recentes (BERNARD-VERDIER et al., 2012; GOTZENBERGER et al., 2012; LIU et al., 2018; LUZURIAGA et al., 2015; LORANGER et al., 2016). Os dados medidos para a riqueza e abundância de espécies foram usados separadamente para cada fragmento a fim de manter a característica taxonômica destes (CONNOR & SIMBERLLOF, 1979). Diferente do que ocorre com a FDis, a FRic não leva em consideração a abundância das espécies por isso foi criado um modelo nulo para cada um dos dois índices. Para a FRic trabalhou-se com matriz de presença/ausência, a qual foi randomizada com mil interações, mantendo-se a riqueza de espécies constantes. Para FDis foi criado outro conjunto de mil interações onde as abundâncias foram aleatorizadas (entre 1 e a máxima medida observada de cada espécie). A frequência das espécies foi utilizada como uma probabilidade de ocorrência destas em cada parcela.

Para encontrar a significância na diferença entre os valores observados e os das comunidades simuladas por modelos nulos foi derivado um valor P (Eq. 1) e os tamanhos de efeito padronizados para FRic e FDis (*standardized effect size*= SESFRic e SESFDis; Eq. 2) (LORANGER et al., 2016).

$$P = \frac{\sum(\text{null values} < \text{observed value}) + \frac{\sum(\text{null values} = \text{observed values})}{2}}{1001} \quad (\text{Eq. 1.})$$

$$\text{SES} = 2(P - 0.5) \quad (\text{Eq. 2})$$

Foi considerado que um valor de SES < -0.95 é significativamente menor que o esperado ao acaso e indica convergência funcional, sendo a filtragem abiótica o principal mecanismo de montagem das comunidades. Em contrapartida, um SES > 0.95 - valor maior que o esperado ao acaso - torna o oposto verdadeiro, indicando divergência funcional e, consequentemente, similaridade limitante como processo predominante na estruturação das comunidades (LORANGER et al., 2016; KUBOTA et al., 2018). Estando a maioria dos valores de SES dentro do que é esperado ao acaso (entre -0,95 e 0,95), processos de dispersão estocásticas conduziram prioritariamente a construção das comunidades (KUBOTA et al., 2018).

3. Resultados e discussão

A PCA realizada para as características ambientais dos fragmentos explicou uma proporção significativa de 80,93% da variação total dos dados, sendo esta distribuída nos eixos 1 (47,53%; $p < 0,01$) e 2 (33,39%; $p < 0,01$) (Figura 2). Observou-se no eixo 1, um gradiente ambiental positivamente correlacionado com argila (0,78) e declividade (0,79), e, negativamente com matéria orgânica (-0,85), areia (-0,97) e precipitação (-0,98). Já ao longo do eixo 2, foi identificado um gradiente positivamente correlacionado com soma de bases (0,92) e rochosidade (0,72), enquanto negativamente se correlaciona com acidez potencial (-0,81) (Figura 2).

A ordenação convergiu em três grupos distintos, dois referentes às parcelas de Paracatu e o outro às de Presidente Juscelino (Figura 2). Neste último, houve maior declividade e maiores teores de argila. Além disso, a espacialização das suas parcelas ao longo dos eixos de ordenação no gráfico sugeriu que, apesar do gradiente mais suave do que Paracatu, estas são altamente heterogêneas entre si (Figura 2). Por outro lado, em Paracatu houve maior teor de areia e matéria orgânica, enquanto a espacialização de suas parcelas apontou para gradiente mais acentuado resultando em dois ambientes distintos. Um destes ambientes é formado por solos mais ácidos e menos férteis e outro por parcelas de maior fertilidade e rochosidade (Figura 2).

As diferenças nas propriedades edáficas entre os fragmentos podem ser atribuídas ao volume de precipitação das áreas, semelhante ao encontrado por Gonzaga et al. (2017). Maiores precipitações resultam em maior ação intempérica, o que em longo prazo causa lixiviação e acidificação do solo através do esgotamento de carbonato e cátions de base (KRAMER & CHADWICK, 2018). Por esta razão, o fragmento de Paracatu que se encontra numa região com maiores índices pluviométricos que Presidente Juscelino (Tabela 1; Figura 2), estaria mais sujeito a ação intempérica das chuvas, resultando em parcelas com acidez acentuada.

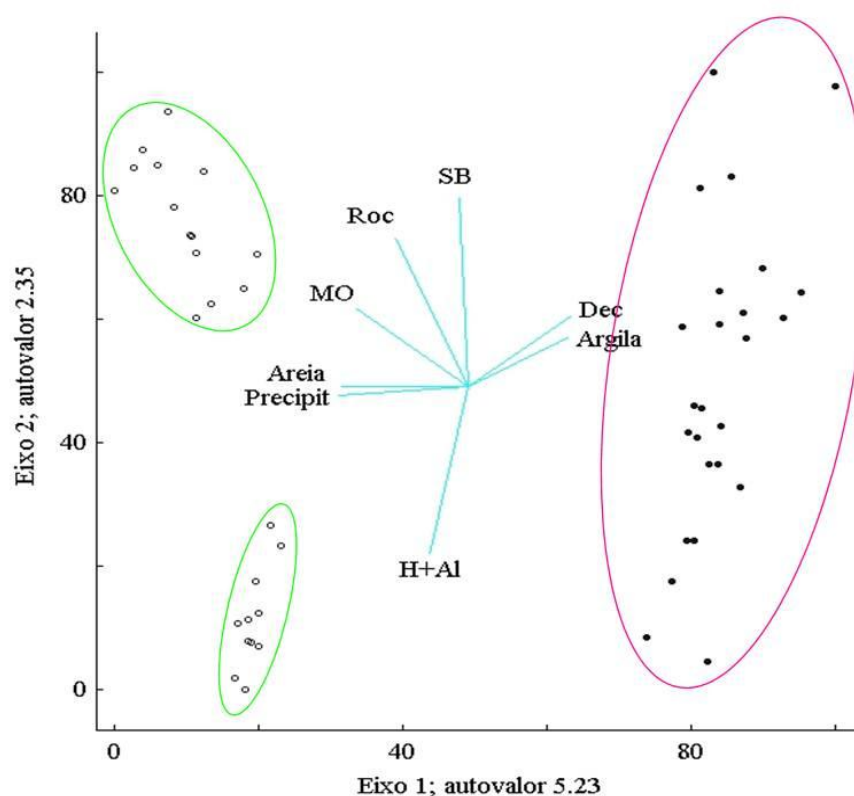


Figura 2. Diagrama de ordenação (PCA) das variáveis ambientais relacionadas aos fragmentos de Floresta Estacional Decidual, localizados em Presidente Juscelino (●) e Paracatu (○), Minas Gerais.

Quanto à composição funcional dominante, as comunidades se mostraram semelhantes, corroborando com a hipótese proposta. Os valores de CWM dos atributos ANE, ZOOF, ORT e DM pesada foram superiores em ambos os fragmentos (Tabela 2). Houve diferença apenas quanto ao grupo ecológico, em que o valor do CWM relativo ao NPI foi significativamente superior ao de PI em Presidente Juscelino, enquanto em Paracatu não houve diferença entre esses atributos (Tabela 2). Possivelmente a semelhança encontrada seja devido às duas comunidades estarem sujeitas a longo período seco no ano que ocasionou forte déficit hídrico para as plantas (RIBEIRO & WALTER, 2008; GONZAGA et al., 2017). Portanto, esta condição (seca) atuaria como filtro, selecionando espécies que apresentam funções ecológicas similares e capazes de garantir a sua sobrevivência e a perpetuação nestes ambientes (BUZZARD et al., 2016; MEDEIROS et al., 2018).

Tabela 2. Variação nos valores de CWM dentro de cada característica nos dois fragmentos de Floresta Estadual Decidual, localizados nos municípios de Paracatu e Presidente Juscelino, Minas Gerais. Níveis não conectados pela mesma letra são significativamente diferentes

Característica	Atributos	CWM_Paracatu	<i>P</i>	CWM_Presidente Juscelino	<i>p</i>
GE	NPI	0,53 ^a	<i>Ns</i>	0,62 ^a	<0,001
	PI	0,47 ^a	-	0,38 ^b	-
SD	Ane	0,45 ^a	<0,001	0,42 ^a	<0,001
	Aut	0,32 ^{ab}	-	0,20 ^b	-
	Zoo	0,23 ^b	-	0,38 ^{ab}	-
SP	Anemo	0,04 ^b	<0,001	0,03 ^b	<0,001
	Zoof	0,96 ^a	-	0,97 ^a	-
TD	Ort	0,81 ^a	<0,001	0,80 ^a	<0,001
	Rec	0,19 ^b	-	0,20 ^b	-
DM	Leve	0,15 ^c	<0,001	0,24 ^b	<0,001
	Média	0,31 ^b	-	0,17 ^c	-
	Pesada	0,52 ^a	-	0,59 ^a	-

GE = Grupo ecológico (PI:pioneiras; NPI:não pioneiras); SD = Síndrome de dispersão (Ane: anemocoria; Aut: autocoria; Zoo: zoocoria); SP = Síndrome de polinização (Anemo: anemofilia; Zoof: zoofilia); TD = Tolerância à dessecação da semente (Ort: ortodoxa; Rec: recalcitrante); DM = Densidade da madeira (leve, média, pesada). Testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com nível de significância $\alpha=0,05$ em que médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si; ns=não significativo

O maior valor de CWM para o atributo ANE encontrado em ambos os fragmentos é compatível com o que se espera para as florestas secas, onde a dispersão pelo vento tem maior importância, diferente das florestas úmidas em que existe a prevalência de sementes dispersas por animais (GENTRY, 1983; MACEDO et al., 2019). Também é condizente com estas florestas o maior número de indivíduos de espécies com semente ortodoxa. Pois estas são capazes de tolerar baixos teores de umidade, mantendo-se viáveis até o início da estação chuvosa para então germinar (MAYRINCK et al., 2019). Isto explica o resultado obtido neste estudo, visto que o atributo ORT foi dominante e por isso mais importante que o REC na manutenção das duas comunidades.

Além disso, os padrões encontrados para a composição funcional das comunidades foram reforçados pela dominância de algumas espécies de madeira pesada como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Myracrodrum urundeuva* Allemão e *Machaerium acutifolium* Vogel (APÊNDICE I). A maior densidade da madeira está fortemente associada à capacidade das espécies de resistirem às falhas geradas pelo déficit hídrico, como cavitação ou embolismo, que são os principais mecanismos que ocasionam a morte das plantas durante a seca (CHOAT et al., 2016; MARKESTEIJN et al., 2011).

Quanto à diversidade funcional, os fragmentos diferiram entre si, contrariando o que era esperado. Os FRic, FDiv e FDis apresentaram diferenças significativas entre as duas comunidades. A FRic e a FDis tiveram maiores valores na comunidade de Presidente Juscelino, enquanto a FDiv foi maior em Paracatu (Figura 3).

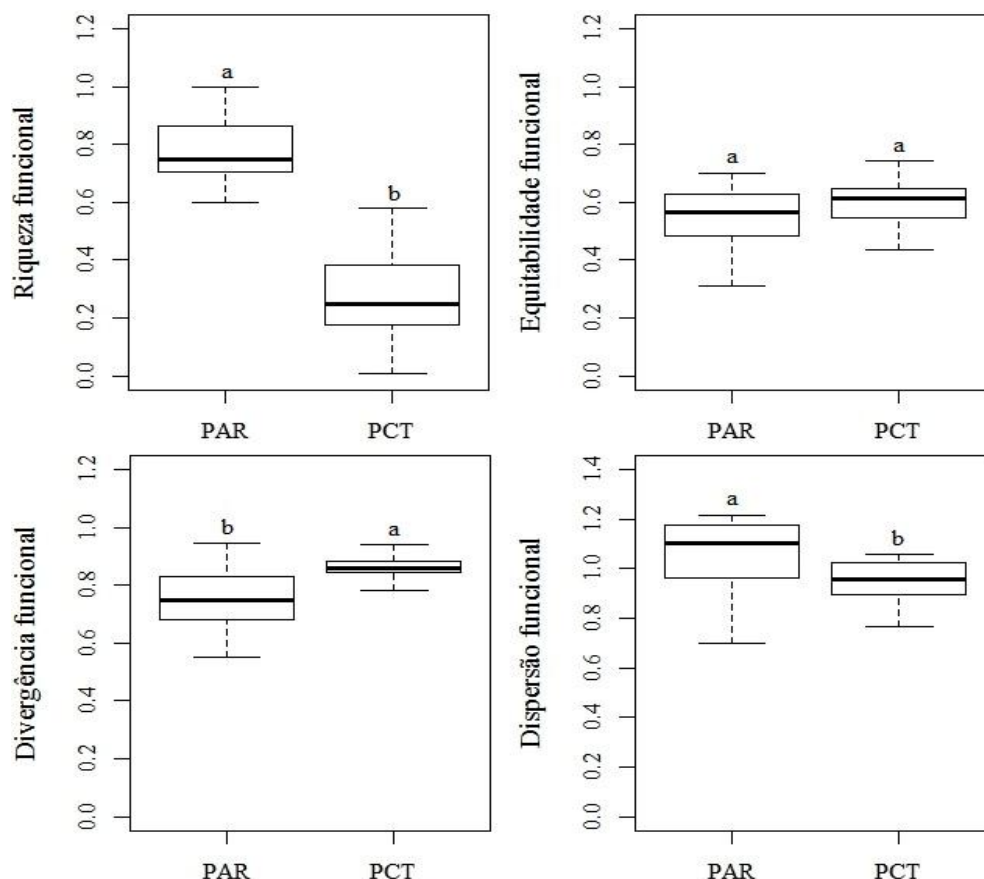


Figura 3. Variação nos índices de diversidade funcional entre os dois fragmentos de Floresta Estadual Decidual, localizados nos municípios de Paracatu e Presidente Juscelino, Minas Gerais. Caixas não conectadas pela mesma letra são significativamente diferentes pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$). Legenda: PAR=Presidente Juscelino; PCT=Paracatu.

Maiores valores de riqueza funcional (FRic) e dispersão funcional (FDis) indicam maior diversidade de estratégias funcionais (LALIBERTE & LEGENDRE, 2010; VILLÉGER et al., 2008). Do ponto de vista da teoria da coexistência, o aumento da heterogeneidade ambiental oferece mais oportunidades para o particionamento de nicho, o qual é refletido pela maior diversidade funcional e maior riqueza de espécies (CHESSON & WARNER, 1981; PRICE et al., 2017). Desta forma, os maiores valores de FRic e FDis encontrados em Presidente Juscelino coadunam com o fato das parcelas deste fragmento serem mais heterogêneas entre si, conforme o observado por meio da PCA (Figura 2). Outros trabalhos evidenciam que a heterogeneidade ambiental potencializa a variedade de atributos, gerando

maior diversificação funcional (PRICE et al., 2017; STARK et al., 2017), o que suporta a justificativa aqui proposta.

Ainda, considerando os resultados gerados pela PCA, devido à espacialização de suas parcelas no gráfico, Presidente Juscelino revelou um gradiente edáfico mais suave e menos estressante que Paracatu (Figura 2). Este fragmento tem maior variação de altitude (Tabela 1), maior declividade e menor rochosidade, além de solos menos ácidos e mais argilosos, o que favorece maior diversidade funcional, como já relatado (SOBOLESKI et al., 2017). Por outro lado, Paracatu é caracterizado por possuir solos mais arenosos, o que potencializa o déficit hídrico, visto que solos com a predominância desta textura têm menor capacidade de retenção de água (GONZAGA et al., 2017). Portanto, as condições de maior acidez e elevada arenosidade do solo, somadas à maior temperatura (Tabela 1; Figura 1b), tornam o fragmento de Paracatu mais estressante para as plantas. Consequentemente, neste ambiente houve menor amplitude funcional (ex. menor FRic) devido à ação da filtragem ambiental (LHOTSKY et al., 2016; MENEZES et al., 2016; STARK et al., 2017).

Além disso, os padrões funcionais são determinados por uma gama de fatores, incluindo também eventos estocásticos e de dispersão (CADOTTE et al., 2017; GOTZENBERGER et al., 2012; MASON et al. 2011; TUILLER et al. 2007). Neste contexto, vale ressaltar que o fragmento de Presidente Juscelino está localizado em área ecotonal, sofrendo influência florística do Cerrado e da Mata Atlântica (SILVA et al., 2019, no prelo). Isto pode ter contribuído para aumentar a diversificação funcional incorporando na composição desta comunidade atributos típicos de regiões úmidas (GENTRY, 1983; POORTER et al., 2019).

O índice de equitabilidade funcional (FEve) não foi diferente entre os fragmentos (Figura 3). Este índice reflete a uniformidade na distribuição da abundância das espécies e mede quão exaustivamente os recursos disponíveis estão sendo explorados pela comunidade (RICOTTA et al., 2014). Assim sendo, uma baixa equitabilidade demonstra que algumas partes deste nicho estão ocupadas, porém subutilizadas, e, que há dominância de alguns atributos funcionais sobre outros. Esta dominância funcional foi encontrada neste trabalho para os atributos ANE, ZOOF, ORT, PESADA e por isso o mesmo padrão de FEve nos dois fragmentos. Isto sugere o papel de filtragem na seleção do conjunto local de espécies (BERNARD-VERDIER et al., 2012; KRAFT et al., 2015), a qual poderia estar sendo causada pela forte pressão dos fatores ambientais característicos dessa vegetação (déficit hídrico, rochosidade) (DEXTER et al., 2018; GONZAGA et al., 2017).

Divergência Funcional (FDiv) mede a distância funcional entre as espécies mais abundantes da comunidade (VILLEGER et al., 2008; MOUCHET et al., 2010). Portanto, maiores valores de FDiv indicam que as espécies com maior número de indivíduos possuem diferenças em suas composições funcionais e por isso competem pouco entre si (MOUCHET et al., 2010).

Ao vincular o exposto acima com os resultados ambientais gerados pela PCA é possível compreender a maior FDiv em Paracatu. As parcelas deste fragmento convergiram em dois grupos distintos, com condições ambientais opostas - elevada acidez contra maior soma de bases - (Figura 2). Acredita-se que estes dois ambientes distintos funcionem como “refúgios competitivos” (DURAN, 1998) para diferentes conjuntos de espécies, as quais, devido as suas estratégias distintas no uso de recursos (LUZURIAGA et al., 2015; MASON et al. 2011; SANAPHRE-VILLANUEVA et al., 2016; SOBOLESKI et al., 2017), são capazes de dominar a competição em cada um dos grupos ambientais (Figura 2). Desta forma, as características funcionais das espécies dominantes desses ambientes se mostraram diferentes, resultado em maior divergência funcional no fragmento de Paracatu.

Quanto aos mecanismos de montagem das comunidades, a comparação dos índices de diversidade funcional observados com aqueles gerados pelo modelo nulo não indicou a filtragem abiótica como o principal processo estruturador das comunidades estudadas, contrariando a hipótese esperada (Figura 4). Os valores de SESFRic e SESFDis das parcelas demonstraram que as comunidades apresentam padrões de convergência e divergência aleatórios. Além disso, a maioria dos valores não diferiu do que é esperado ao acaso, ou seja, se mantiveram entre o intervalo -0,95 a 0,95 (Figura 4A, B, C e D). Quando se observou o valor de SES para os fragmentos (Figura 4 E) também não foi possível apontar a predominância de fatores abióticos na montagem das comunidades, devido aos valores não terem atingido o limiar de significância (<-0.95 e > 0.95).

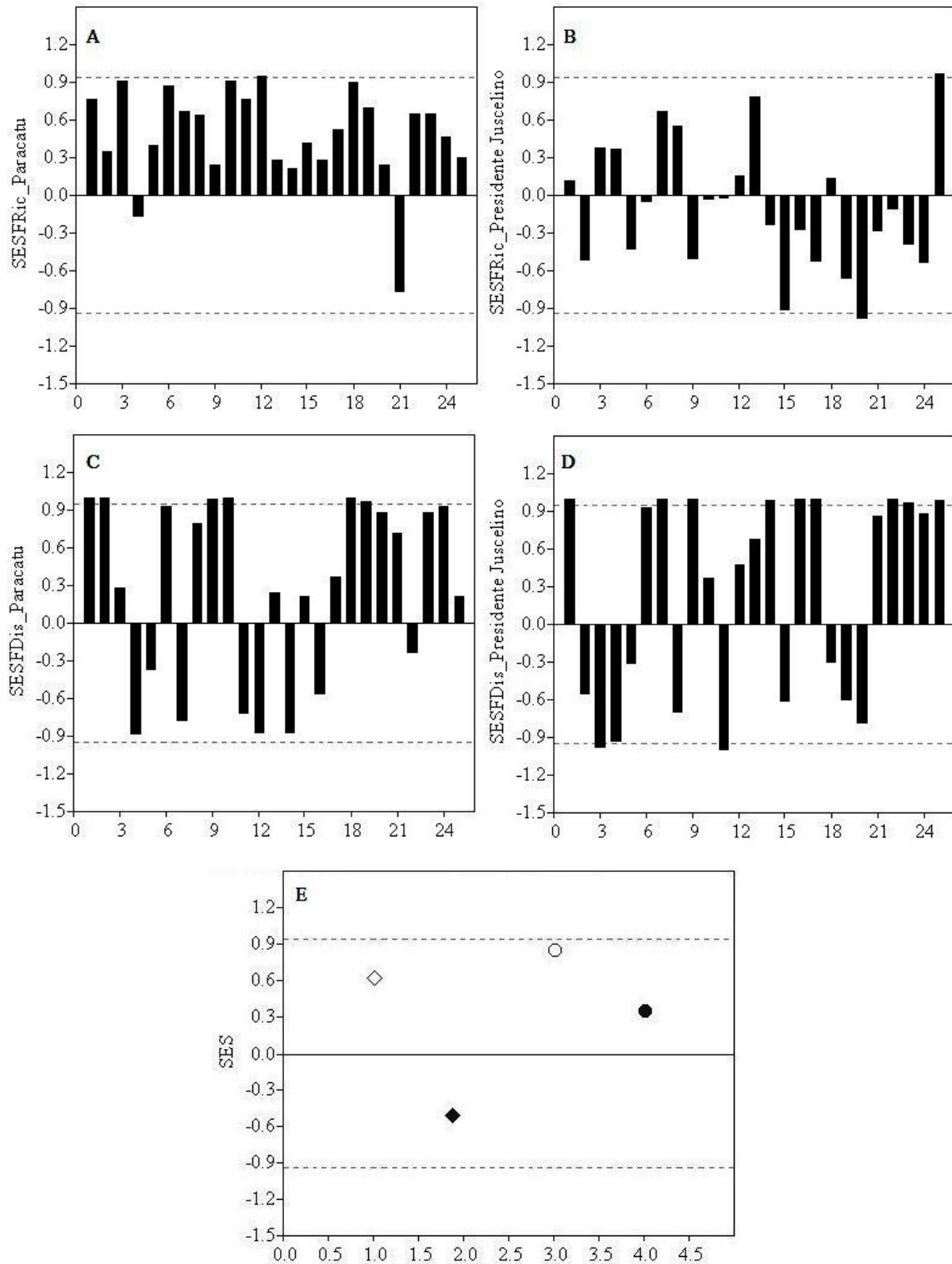


Figura 4. Representação dos valores de SES (*StandardizedEffectSize*) da riqueza funcional e dispersão funcional por parcela (A, B, C e D) e por fragmento (E) para Paracatu e Presidente Juscelino, Minas gerais. As linhas pontilhadas indicam o limiar de significância: 0,95 e -0,95. Legenda: SESFRic: SES da riqueza funcional, SESFDIs: SES da dispersão funcional. Em (E) os símbolos brancos representam o fragmento de Paracatu e os de cor preta, Presidente Juscelino, sendo: \diamond = Riqueza funcional, \circ = Dispersão funcional.

Assim, diferente do que se esperava, os resultados obtidos não apontaram a filtragem abiótica, mas reforçaram a atuação hierárquica dos processos de filtragem na montagem das comunidades (CADOTTE et al., 2017; GOTZENBERGER et al., 2012; VALLADARES et al., 2015). Seguindo este raciocínio, as espécies que compõem o conjunto local de cada fragmento estariam sendo filtradas, regionalmente, por meio de eventos estocásticos de dispersão. Enquanto, por outro lado, em escala fina é possível perceber a atuação de fatores determinísticos (bióticos e abióticos). Isto porque, apesar de maioria não significativa, algumas parcelas ultrapassaram o limiar de significância, indicando convergência e divergência de características (Figura 4A, B, C e D). Estes resultados representam, respectivamente, a filtragem abiótica, provavelmente induzida pelas condições edáficas restritivas das parcelas, e, a similaridade limitante naquelas com melhores condições para as plantas, como já demonstrado por outros autores (LIBALAH et al., 2017; MORAES et al., 2016; WERDEN et al., 2018).

4. Considerações finais

A comunidade arbórea dos fragmentos foi semelhante quanto à composição funcional dominante (CWM), porém se distinguiram quanto aos índices de diversidade funcional (FRic, FDiv, FDis). Estes resultados reforçaram a importância dos fatores abióticos nos padrões funcionais das comunidades. Os dois fragmentos estão sujeitos ao déficit hídrico causado pelo marcado período seco do ano e apresentaram atributos característicos de ambientes secos (p. ex. anemocoria, sementes ortodoxas e madeira pesada) como os dominantes nas duas comunidades. Além disso, as diferenças entre os índices de diversidade funcional foram atribuídos à heterogeneidade ambiental local.

Contrariamente ao esperado, os modelos nulos não revelaram a filtragem abiótica como principal mecanismo de montagem das comunidades, tendo este sido atribuídos a processos de dispersão estocástica. Isto reforçou a hierarquia existente entre os processos ecológicos responsáveis pela composição de comunidades.

5. Referências bibliográficas

ÁLVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G, LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG IV). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 2016, 181, 1-20.

ARRUDA, D.M.; BRANDÃO, D.O.; COSTA, F.V.; TOLENTINO, G.S.; DUQUE-BRASIL, R.; D'ÂNGELO-NETO, S.; NUNES, Y.R.F. Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in northern Minas Gerais, Brazil. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 131-142, 2011.

ARRUDA, D.M.; FERREIRA-JUNIOR, W.G.; DUQUE-BRASIL, R.; SCHAEFER, C.E. Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in northern Minas Gerais State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 2, p. 623-634, 2013.

BELLO, F.D.; LAVOREL, S.; LAVERGNE, S.; ALBERT, C. H.; BOULANGEAT, I.; MAZEL, F.; THUILLER, W. Hierarchical effects of environmental filters on the functional structure of plant communities: a case study in the French Alps. **Ecography**, v.36, n.3, p.393-402, 2013.

BERNARD-VERDIER, M.; NAVAS, M. L.; VELLEND, M.; VIOLLE, C.; FAYOLLE, A.; GARNIER, E. Community assembly along a soil depth gradient: contrasting patterns of plant trait convergence and divergence in a Mediterranean rangeland. **Journal of Ecology**, v.100, n.6, p.1422-1433, 2012.

BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine the phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, 75: 1437-1449. 1994a.

BORCHERT, R. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. **Trees**, 8: 115-125. 1994b.

BOTTA-DUKÁT, Z. Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. **Journal of vegetation science**, v. 16, n. 5, p. 533-540, 2005.

BRAUN-BLANQUET, J. Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. **Madrid: H. Blume Ediciones**, 820 p., 1979.

BUZZARD, V.; HULSHOF, C.M.; BIRT, T.; VIOLLE, C.; ENQUIST, B.J. Re-growing a tropical dry forest: functional plant trait composition and community assembly during succession. **Functional Ecology**, v.30, n.6, p.1006-1013, 2016.

CADOTTE, W.; TUCKER, C.M. Should environmental filtering be abandoned? **Trends in ecology & evolution**, v.32, n.6, p.429-437, 2017.

CALAÇA, A.M.; GRELLE, C.E.V. Diversidade funcional de comunidades: Discussões conceituais e importantes avanços metodológicos. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 401-416, 2016.

CARVALHO, F.A.; FELFILI, J.M. Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 203-214, 2011.

CHESSON, P.L.; WARNER, R.R. Environmental variability promotes coexistence in lottery competitive systems. **The American Naturalist**, v.117, n.6, p.923-943, 1981.

CHOAT, B.; BADEL, E.; BURLETT, R.; DELZON, S.; COCHARD, H.; JANSEN, S. Noninvasive measurement of vulnerability to drought-induced embolism by x-ray microtomography. **Plant Physiology**, v.170, n. 1, p.273-282, 2016.

CONNOR, E.F.; SIMBERLOFF, D. The assembly of species communities: chance or competition? **Ecology**, v.60, n.6, p.1132-1140, 1979.

DEXTER, K.G.; PENNINGTON, T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BUENO, M.L.; SILVA DE MIRANDA, P.L.; NEVES, D. Inserting tropical dry forests into the discussion on biome transitions in the tropics. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 104, p. 1-7, 2018.

DURANT, S. M. Competition refuges and coexistence: an example from Serengeti carnivores. **Journal of Animal ecology**, v. 67, n. 3, p. 370-386, 1998.

ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; OLIVEIRA-FILHO, A.D.; MACHADO, E.L.M.; SOUZA, J.S.; FONTES, M.A.L.; MARQUES, J.J.G.S.M. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta botanica brasílica**, v.16, n.3, p.331-356, 2002.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; HAIDAR, R.F. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

GARNIER et al. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, v. 85, n. 9, p. 2630-2637, 2004.

GARNIER, E.; LAVOREL, S.; ANSQUER, P.; CASTRO, H.; CRUZ, P.; DOLEZAL, J.; GRIGULIS, K. Assessing the effects of land-use change on plant traits, communities and ecosystem functioning in grasslands: a standardized methodology and lessons from an application to 11 European sites. **Annals of botany**, v.99, n.5, p.967-985, 2006.

GENTRY, A.H. Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. **Dispersal and distribution**, v. 7, p. 303-315, 1983.

GONZAGA, A.P.D.; MACHADO, E.L.M.; FELFILI, J.M.; PINTO, J.R.R. Brazilian Decidual Tropical Forest enclaves: floristic, structural and environmental variations. **Brazilian Journal of Botany**, v.40, n.2, p.417-426, 2017.

GONZAGA, A.P.D.; PRINTO, J.R.R.; MACHADO, E.L.M.; FELFILI, J.M. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, v.64, n.1, p.11-19, 2013.

GOTZENBERGER, L.; DE BELLO, F.; BRATHEN, K. A.; DAVISON, J.; DUBUIS, A.; GUIAN, A.; PELLISSIER, L. Ecological assembly rules in plant communities approaches, patterns and prospects. **Biological reviews**, v. 87, n. 1, p. 111-127, 2012.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST–Palaeontological Statistics, Version 1.90. **University of Oslo, Oslo, Norway**, 2009.

KEDDY, P.A. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, v.3, n.2, p.157-164, 1992.

KRAFT, N.J.; ADLER, P.B.; GODOY, O.; JAMES, E.C.; FULLER, S.; LEVINE, J.M. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. **Functional ecology**, v.29, n.5, p.592-599, 2015.

KRAMER, M.G.; CHADWICK, O.A. Climate-driven thresholds in reactive mineral retention of soil carbon at the global scale. **Nature Climate Change**, v.8, n.12, p.1104, 2018.

KUBOTA, Y.; KUSUMOTO, B.; SHIONO, T.; ULRICH, W. Multiple filters affect tree species assembly in mid-latitude forest communities. **Oecologia**, v.187, n.1, p.245-253, 2018.

LALIBERTÉ, E.; LEGENDRE, P.A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. **Ecology**, v. 91, n. 1, p. 299-305, 2010.

LEPS, J.; DE BELLO, F.; SMILAUER, P.; DOLEZAL, J. Community trait response to environment: disentangling species turnover vs intraspecific trait variability effects. **Ecography**, v.34, n.5, p.856-863, 2011.

LHOTSKY, B. et al. Changes in assembly rules along a stress gradient from open dry grasslands to wetlands. **Journal of Ecology**, v.104, n.2, p.507-517, 2016.

LIBALAH, M.B.; DROISSART, V.; SONKÉ, B.; HARDY, O.J.; DROUET, T.; PESCADOR, D.S.; COUTERON, P. Shift in functional traits along soil fertility gradient reflects non-random community assembly in a tropical African rainforest. **Plant ecology and evolution**, v.150, n.3, p.265-278, 2017.

LIU, B.; CHEN, H.Y.; YANG, J. Understory Community Assembly Following Wildfire in Boreal Forests: Shift From Stochasticity to Competitive Exclusion and Environmental Filtering. **Frontiers in plant science**, v. 9, n. 1854, p. 1-12, 2018.

LORANGER, J., BLONDER, B., GARNIER, É., SHIPLEY, B., VILE, D., & VIOLLE, C. Occupancy and overlap in trait space along a successional gradient in Mediterranean old fields. **American journal of botany**, v. 103, n. 6, p. 1050-1060, 2016.

LUZURIAGA, A.L.; GONZÁLEZ, J.M.; ESCUDERO, A. Annual plant community assembly in edaphically heterogeneous environments. **Journal of Vegetation Science**, v.26, n 5, p.866-875, 2015.

MACARTHUR, R.; LEVINS, R. The Limiting Similarity, Convergence, and Divergence of Coexisting Species. **The American Naturalist**, v. 101, n. 921, p. 377-385, 1967.

MACEDO, W.S.; SILVA, L.S.; ALVES, A.R.; MARTINS, A.R. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, v.15, n.1, 2019.

MANN, H.B.; WHITNEY, D.R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. **The annals of mathematical statistics**, p. 50-60, 1947.

MARKESTEIJN, L.; POORTER, L.; PAZ, H.; SACK, L.; BONGERS, F. Ecological differentiation in xylem cavitation resistance is associated with stem and leaf structural traits. **Plant, Cell & Environment**, v.34, n.1, p.137-148, 2011.

MASON, N.W.; DE BELLO, F.; DOLEZAL, J.; LEPS, J. Niche overlap reveals the effects of competition, disturbance and contrasting assembly processes in experimental grassland communities. **Journal of Ecology**, v.99, n.3, p.788-796, 2011.

MASON, N.W.; DE BELLO, F.; MOUILLOT, D.; PAVOINE, S.; DRAY, S. A guide for using functional diversity indices to reveal changes in assembly processes along ecological gradients. **Journal of Vegetation Science**, v. 24, n. 5, p. 794-806, 2013.

MAYRINCK, R. C., VILELA, L. C., PEREIRA, T. M., RODRIGUES-JUNIOR, A. G., DAVIDE, A. C., & VAZ, T. A. Seed desiccation tolerance/sensitivity of tree species from Brazilian biodiversity hotspots: considerations for conservation. **Trees**, p.1-9, 2019.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, version 6.** MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A. 2011.

MEDEIROS, C.D.; SCOFFONI, C.; JOHN, G.P.; BARTLETT, M.K.; INMAN-NARAHARI, F.; OSTERTAG, R.; SACK, L. An extensive suite of functional traits distinguishes Hawaiian wet and dry forests and enables prediction of species vital rates. **Functional Ecology**, v.33, n.4, p.712-734, 2019.

MENEZES, B.S.; MARTINS, F.R.; ARAÚJO, F.S.; MENEZES, B.S. Community Assembly: Concepts, Domain And Theoretical Structure. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 1, p. 1-17, 2016.

MORAES, D.A.; CAVALIN, P.O.; MORO, R.S.; OLIVEIRA, R.A.; CARMO, M.R.; MARQUES, M.C. Edaphic filters and the functional structure of plant assemblages in grasslands in southern Brazil. **Journal of vegetation science**, v. 27, n. 1, p. 100-110, 2016.

MOUCHET, M.A.; VILLÉGER, S.; MASON, N.W.; MOUILLOT, D. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. **Functional Ecology**, v. 24, n. 4, p. 867-876, 2010.

PENNINGTON, T.R.; LEHMANN, C.E.R.; ROWLAND, L.M. Tropical savannas and dry forests. **Current Biology**, v. 28, n. 9, p. 541-545, 2018.

PRICE, J. et al. Within-community environmental variability drives trait variability in species-rich grasslands. **Journal of vegetation science**, v.28, n.2, p.303-312, 2017.

POORTER, L. et al. Wet and dry tropical forests show opposite successional pathways in wood density but converge over time. **Nature ecology & evolution**, v.3, p.928-934, 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Version 3.4.1. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available online at: <http://www.r-project.org>.

RAYMUNDO, D.; PRADO-JUNIOR, J.; CARVALHO, F.A.; DO VALE, V.S.; OLIVEIRA, P.E.; VAN DER SANDE, M.T. Shifting species and functional diversity due to abrupt changes in water availability in tropical dry forests. **Journal of Ecology**, v.107, n.1, p.253-264, 2019.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado in: Sano, SM; Almeida, SP; Ribeiro, JF Cerrado: Ecologia e flora. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2008.

RICOTTA, C.; MORETTI, M. CWM and Rao's quadratic diversity: a unified framework for functional ecology. **Oecologia**, v. 167, n.1, p.181-188, 2011.

RICOTTA, C., BACARO, G., & MORETTI, M. A new measure of functional evenness and some of its properties. **PloS one**, v.9, n.8, p. e104060, 2014.

SAMPAIO, A.B.; SCARIOT, A. Edge effect on tree diversity, composition and structure in a deciduous dry forest in central Brazil. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p.1121-1134, 2011.

SANAPHRE-VILLANUEVA, L.; DUPUY, J.; ANDRADE, J.; REYES-GARCÍA, C.; PAZ, H.; JACKSON, P. Functional diversity of small and large trees along secondary succession in a tropical dry forest. **Forests**, v.7, n.8, p.163-, 2016.

SANTOS, A.M.M.; CAVALCANTI, D.R.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M. Biogeographical relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 34, p. 437-446, 2007.

SILVA, L.A.; RIBEIRO, T.C.; GONZAGA, A.P.D; MACHADO, E.L.M. Diversity α and β in two fragments of Seasonal Deciduous Forest. **Floresta e Ambiente**, 2019. *No prelo*.

SOBERÓN, J. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. **Ecology Letters**, v. 10, n. 12, p. 1115-1123, 2007.

SOBOLESKI, V.F., et al. Variação de atributos funcionais do componente arbóreo em função de gradientes edáficos em uma floresta nebulosa no sul do Brasil. **Rodriguésia**, v.68, n. 2, p. 291-300, 2017.

STARK, J.; LEHMAN, R.; CRAWFORD, L.; ENQUIST, B.J.; BLONDER, B. Does environmental heterogeneity drive functional trait variation? A test in montane and alpine meadows. **Oikos**, v.126, n.11, p.1650-1659, 2017.

SUBEDI, S.C.; ROSS, M.S.; SAH, J.P.; REDWINE, J.; BARALOTO, C. Trait-based community assembly pattern along a forest succession gradient in a seasonally dry tropical forest. **Ecosphere**, v.10, n.4, p.e02719, 2019.

TILMAN, D. Functional Diversity. **Encyclopaedia of bio-diversity**, v.3, n., p. 109-120, 2001.

THUILLER, W.; LAVOREL, S.; MIDGLEY, G.U.Y.; LAVERGNE, S.; REBELO, T. Relating plant traits and species distributions along bioclimatic gradients for 88 *Leucadendron* taxa. **Ecology**, v.85, n.6, p.1688-1699, 2004.

THUILLER, W.; SLINGSBY, J.A.; PRIVETT, S.D.; COWLING, R.M. Stochastic species turnover and stable coexistence in a species-rich, fire-prone plant community. **PloS One**, v.2, n.9, p. 938, 2007.

VALLADARES, F.; BASTIAS, C. C.; GODOY, O.; GRANDA, E.; ESCUDERO, A. Species coexistence in a changing world. **Frontiers in plant science**, v.6, p.866, 2015.

VILLÉGER, S.; MASON, N.W.H.; MOUILLOT, D. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, v. 89, n. 8, p. 2290-2301, 2008.

WERDEN, L.K.; BECKNELL, J.M.; POWERS, J.S. Edaphic factors, successional status and functional traits drive habitat associations of trees in naturally regenerating tropical dry forests. **Functional ecology**, v.32, n.12, p.2766-2776, 2018.

ARTIGO CIENTÍFICO III: Mudanças estruturais, florísticas e funcionais de Florestas Estacionais Deciduais em Minas Gerais

RESUMO

O objetivo desse estudo foi descrever e comparar a dinâmica estrutural, florística e funcional em dois fragmentos de floresta estacional decidual localizados em Minas Gerais e verificar se existe relação entre a dinâmica demográfica e as variações ocorridas na diversidade funcional. Foram analisados e comparados os parâmetros estruturais (número de indivíduos e área basal), de diversidade florística (H' e J'), funcional (CWM e RaoQ) e dinâmicos (taxas de mortalidade, recrutamento, perda e ganho em área basal, $\Delta H'$, $\Delta J'$ e ΔRaoQ). A influência dos eventos demográficos (mortalidade e recrutamento) sobre o ΔRaoQ foi testada por meio de modelos lineares simples. Os fragmentos apresentaram dinâmica acelerada, porém diferentes entre si. Ambos mantiveram seus padrões taxonômicos e funcionais ao longo do tempo avaliado. As taxas de mortalidade e recrutamento influenciaram de maneiras diferentes a diversidade funcional dos fragmentos.

Palavras-chave: Conservação, Déficit hídrico, Dinâmica, Mata seca, RaoQ

ABSTRACT

The aim of this study was to describe and compare the structural, floristic and functional dynamics of two deciduous forest fragments located in Minas Gerais and to verify if there is a relationship between demographic dynamics and variations in functional diversity. Structural (number of individuals and basal area), floristic (H' and J'), functional (CWM and RaoQ) and dynamic (mortality, recruitment, loss and gain in basal area, parâmetros) parameters were analyzed and compared (H' , $\Delta J'$ and ΔRaoQ). The influence of demographic events (mortality and recruitment) on RaoQ was tested by simple linear models. The fragments presented accelerated dynamics, but different from each other. Both maintained their taxonomic and functional patterns over time. Mortality and recruitment rates influenced differently the functional diversity of the fragments.

Keyword: Conservation, Dry forest, Dynamic, Water deficit, RaoQ

1. Introdução

A dinâmica florestal consiste nos processos de mudanças temporais da composição estrutural e funcional das florestas (REIS et al., 2018; POWELL et al., 2018). Esses processos envolvem a soma de diversos eventos de organização da comunidade, como sucessão, mortalidade, recrutamento, crescimento e relações bióticas entre diferentes populações (ex. competição), que juntos promovem alterações na comunidade (CHAUVET et al., 2017; MARTÍNEZ-RAMOS et al., 2018; REIS et al., 2018). Diversos são os aspectos que influenciam a dinâmica florestal (GUSSON et al., 2018) e dentre os mais determinantes estão aqueles relacionados ao clima, como a sazonalidade relacionada à precipitação (POWELL et al., 2018).

A Floresta Estacional Decidual (FED) é uma vegetação bastante peculiar que se encontra em regiões de forte sazonalidade climática (PENNINGTON et al., 2018). Trata-se de fisionomia caracterizada pela alta deciduidade no período seco e por ocorrerem geralmente associadas a afloramentos rochosos e em solos de alta fertilidade (GONZAGA et al., 2017; PENNINGTON et al., 2018). Por estar submetida ao déficit hídrico devido à sazonalidade climática, comumente apresenta caráter altamente dinâmico com elevadas taxas de recrutamento e mortalidade (CARVALHO & FELFILI, 2011; WERNECK et al. 2000; WERNECK & FRANCESCHINELLI, 2004).

A mortalidade arbórea é uma taxa demográfica crítica para determinar a dinâmica vegetacional e, conseqüentemente, interfere na idade, estrutura, função e serviços ecossistêmicos fornecidos (ANDEREGG et al., 2013). Em áreas conservadas, a morte de uma árvore resulta na abertura de clareiras que permitem o recrutamento de indivíduos (FELFILI, 1995). Este recrutamento tende a ser especialmente benéfico nos estágios iniciais, podendo resultar em ganho funcional. Porém, durante o avanço sucessional das comunidades as interações competitivas se fortalecem provocando a morte de indivíduos que estão em desvantagem ecológica para persistir às condições presentes (BREWER, 2011; CHAUVET et al., 2017). Assim, quando há a interferência de fortes filtros ambientais ao longo da sucessão a comunidade tende a perda e convergência de atributos (CRAVEN et al., 2018).

Estudos têm revelado como eventos ambientais críticos elevam as taxas de mortalidade e, conseqüentemente, afetam a composição e diversidade funcional (ANDEREGG et al., 2013; 2016; ZHANG et al., 2018b). Outros, realizados em FEDs demonstram como ocorre a dinâmica nessas regiões sob a ótica demográfica, estrutural e florística (CARVALHO & FELFILI, 2011; GUSSON et al., 2018; REIS et al., 2018). Entretanto, são ainda escassos os estudos sobre as mudanças funcionais ocorridas ao longo do

tempo e em condições naturais no Brasil, especialmente, nas FEDs. Compreender como os aspectos dinâmicos se relacionam com a diversidade funcional nos permite conhecer as adaptações das espécies e suas habilidades competitivas diante de condições restritivas como o forte déficit hídrico (POWELL et al., 2018) encontrado nestas florestas.

Conhecer como ocorrem os processos ecológicos, a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas é fundamental para dar suporte a futuros programas de conservação, manejo e restauração de áreas alteradas (CARREÑO-ROCABADO et al., 2012). Isso se torna ainda mais importante em regiões de ocorrência de FED, visto que apesar da sua flora distinta e sua elevada diversidade alfa (DRYFLOR et al., 2016), são florestas que se encontram extremamente ameaçadas por atividades antrópicas e têm poucas áreas protegidas (MILES et al., 2006).

Assim sendo, este estudo se propõe a verificar os padrões de dinâmica estrutural (demografia e área basal), florística e funcional de dois fragmentos de FED e entender como os eventos dinâmicos (mortalidade, recrutamento) influenciam a funcionalidade desses ecossistemas. Espera-se: 1) que os fragmentos tenham taxas de dinâmica semelhantes devido à mesma condição de sazonalidade climática comum às zonas de ocorrência dessa vegetação; 2) que as alterações nos padrões florísticos e funcionais ao longo do tempo avaliado revelem a estabilidade das áreas como garantia de que as taxas de dinâmica estrutural encontradas são consequência das condições inerentes ao ambiente; 3) que a mortalidade e o recrutamento exerçam influência na variação da diversidade funcional, de modo que esta aumente com o recrutamento e diminua com a mortalidade.

2. Materiais e métodos

2.1. Áreas de estudo

O estudo foi conduzido em dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual, localizados nas cidades de Paracatu e Presidente Juscelino no estado de Minas Gerais e distantes entre si em aproximadamente 425 km. Ambos apresentam área declivosa com afloramento de rochas calcárias (pertencentes ao grupo Bambuí), predominância dos Neossolos Litólicos (GONZAGA et al., 2017; OLIVEIRA, 2012) e são áreas de Reserva Legal de propriedades privadas. O fragmento de Paracatu está inserido em área *core* do Cerrado, enquanto o de Presidente Juscelino se encontra em área ecotonal (Cerrado/Mata Atlântica) (Figura 1a).

O fragmento localizado no município de Paracatu está nas coordenadas 17°3'16,6"S e 46°49' 23,5"O, possui área aproximada de 100 ha com altitudes variando de 598 a 695. Em Presidente Juscelino, o fragmento possui altitudes entre 687 a 826, com área total

de aproximadamente 150 ha e está nas coordenadas 18°38'40"S e 44°04'57"W. Os climas predominantes nas regiões dos fragmentos são o Aw (clima tropical com inverno seco) e o Cwa (subtropical húmido com verão quente e chuvoso e inverno seco) de Köppen, em Paracatu e Presidente Juscelino, respectivamente. Em ambos, a precipitação é sazonal, apresentando cinco meses tipicamente secos com precipitações inferiores a 50mm. A temperatura média mensal é superior a 19°C em todos os meses do ano em Paracatu e 18°C em Presidente Juscelino (ÁLVARES et al., 2013) (Figura 1b).

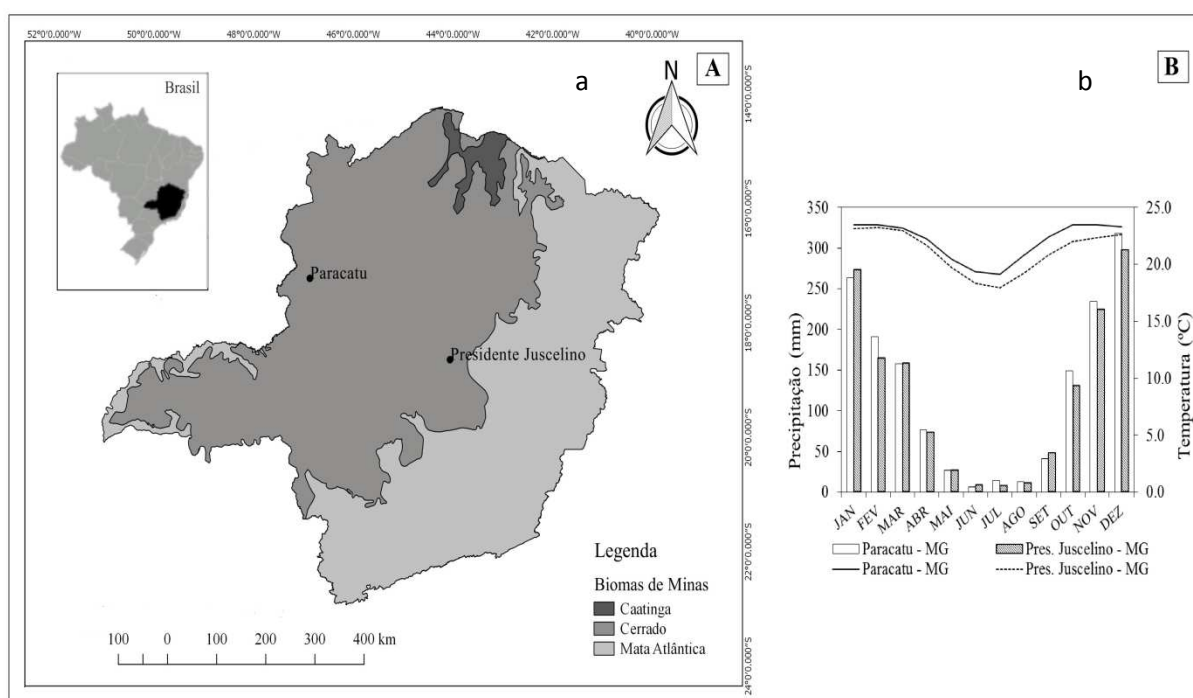


Figura 1. Localização dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Minas Gerais (a). Temperatura média e precipitação mensal para os fragmentos de acordo com a classificação climática de Koeppen (ÁLVARES, 2013) (b).

2.2. Amostragem da vegetação

Para a análise da vegetação arbórea foram instaladas 25 parcelas de 20 × 20 m (400 m²), no sentido de maior declividade dos terrenos, totalizando, em cada fragmento, um hectare de área amostrada. Em Paracatu, a área foi dividida em faixas de 20 m de largura, onde posteriormente realizou-se um sorteio daquelas que seriam utilizadas na amostragem. Por fim, as parcelas foram aleatoriamente distribuídas nas faixas sorteadas (FELFILI et al., 2005; GONZAGA et al., 2017). Em Presidente Juscelino, as parcelas foram alocadas sistematicamente e distribuídas em cinco transeções, sendo 50 m entre transeções e 20 m entre parcelas (OLIVEIRA, 2012).

O primeiro inventário foi realizado nos anos de 2010 e 2011, respectivamente, em Paracatu e Presidente Juscelino, onde todos os indivíduos arbóreos vivos contidos nas

parcelas com circunferência a 1,30m do solo (CAP) > 15,7 cm foram amostrados e etiquetados com plaquetas de alumínio numeradas. No segundo inventário, realizado nos anos de 2016 e 2017 (Paracatu e Presidente Juscelino), os indivíduos vivos e mortos em pé que foram previamente amostrados foram contabilizados e tiveram seus diâmetros remedidos. Já os indivíduos mortos caídos foram apenas registrados. Os recrutas, indivíduos que atingiram o critério de inclusão (CAP > 15,7 m) até o segundo ano de medição, também tiveram seus diâmetros medidos e foram plaqueteados.

O material botânico dos indivíduos não identificados em campo foi coletado, identificado e depositado no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). As identificações foram feitas com base na literatura especializada, consultas à especialistas e comparações no herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB), Universidade de Brasília (UnB), Reserva Ecológica do IBGE e Embrapa Recursos Genéticos (CEN). As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do APG, *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). Para verificação de grafia e sinônimas nomenclaturais utilizou-se os bancos de dados do Missouri Botanic Garden – MOBOT e do Internacional Plant/Names Index – IPNI.

2.3. Dinâmica da comunidade

A dinâmica da comunidade dos fragmentos foi avaliada por taxas representativas da dinâmica demográfica, mortalidade (M) e recrutamento (R), e, daquelas descritoras da dinâmica da biomassa, perda (P) e ganho (G) em área basal, calculadas por meio do modelo logarítmico (SHEIL & MAY, 1996). Também foram obtidas taxas de rotatividade (*turnover*) em número de indivíduos (T_N) e área basal (T_{AB}) para expressar a dinâmica global da comunidade (OLIVEIRA-FILHO et al., 1997). A mudança líquida foi também analisada e expressa para número de árvores (Ch_N) e para área basal (Ch_{AB}), segundo proposto por Korning e Balslev (1994).

$$M = \{1 - [(N_0 - N_m)/N_0]1/t\} \times 100$$

$$R = [1 - (1 - N_r/N_t)1/t] \times 100$$

$$P = \{1 - [(AB_0 - AB_m - AB_d)/AB_0]1/t\} \times 100$$

$$G = \{1 - [1 - (AB_r + AB_g)/AB_t]1/t\} \times 100$$

$$T_N = (M + R)/2$$

$$T_{AB} = (P + G)/2$$

$$Ch_N = [(N_t/N_0)1/t - 1] \times 100$$

$$Ch_{AB} = [(AB_t/AB_0)1/t - 1] \times 100$$

Onde, t é o intervalo de tempo entre os inventários; N_0 o número inicial de indivíduos arbóreos e N_t o número final; N_m é o número de mortos e N_r de recrutas; AB_0 área basal inicial e AB_t final; AB_m corresponde à área basal das árvores mortas e AB_r corresponde à área basal dos recrutas; AB_d é decremento em área basal e AB_g corresponde ao incremento em área basal das árvores sobreviventes.

2.4. Dinâmica florística e funcional

A diversidade taxonômica foi analisada pelos índices de Shannon Wiener (H') e de equabilidade de Pielou (J') (FELFILI & REZENDE, 2003) calculados para os dois tempos (T_1 : inicial, T_2 : final) de cada fragmento e suas respectivas variações relativas representando a dinâmica florística, sendo: $\Delta = (T_2 - T_1) / T_1 * 100$ (delta= Δ em %).

A dinâmica funcional foi expressa por meio da avaliação do CWM e do índice de RaoQ e seus Δ' , nos dois tempos. O CWM reflete a composição funcional de uma comunidade e é expresso em valores médios dos atributos funcionais ponderados pela densidade das espécies (CWM “*Community-WeightedMean*”) (GARNIER et al., 2004). O índice de RaoQ é o mais amplamente utilizado e possivelmente um dos mais robustos para quantificação da diversidade funcional (SCHLEUTER et al. 2010). É um índice baseado na abundância específica e nas diferenças funcionais entre pares de espécies em uma assembleia (BOTTA-DUKÁT, 2005). O uso combinado da CWM e RaoQ tem se mostrado uma abordagem eficaz para se analisar a estrutura funcional de comunidades (RICOTTA & MORETTI, 2011). Foi utilizado o pacote FD (LALIBERTÉ & LEGENDRE, 2010) no R versão 3.5.1 R (R Development Core Team, 2018) para calcular o CWM e o índice de RaoQ.

2.4.1. Classificação funcional das espécies

As espécies foram classificadas para as seguintes características, cujos atributos se encontram entre parênteses: 1) Grupo ecológico (PI=pioneiras e NPI=não pioneiras); 2) Síndrome de dispersão (Ane=anemocoria, Aut=autocoria e Zoo=zoocoria); 3) Síndrome de polinização (Anemo=anemofilia ou Zoof=zoofilia); 4) Tolerância à dessecação da semente (Ort=ortodoxa e Rec=recalcitrante) e 5) Densidade da madeira (leve, média, pesada) segundo os critérios de Borchert (1994 a,b), sendo: (a) Madeira leve, espécies com densidade do lenho $< 0,5 \text{ g.cm}^{-3}$; (b) Madeira média, densidade de $0,5$ a $0,8 \text{ g.cm}^{-3}$; (c) Madeira pesada, densidade $> 0,8 \text{ g.cm}^{-3}$. Esta classificação foi realizada a partir de consulta bibliográfica na literatura especializada de livros e artigos publicados em periódicos e no conhecimento da própria autora. A escolha por atributos exclusivamente categóricos ocorreu em virtude da possibilidade de caracterização funcional de um maior número de espécies.

2.5. Análise de dados

A análise estatística deu-se pelas comparações das variáveis dentro e entre as comunidades, a fim de verificar a estabilidade individual dos fragmentos e a repetição dos padrões entre eles, respectivamente. O número de indivíduos, área basal, J' e RaoQ entre os tempos foram comparados pelo teste de Wilcoxon (WILCOXON, 1945) e o índice de Shannon-Wiener (H') pelo teste t de Hutcheson ($p < 0,05$). Já as taxas de dinâmica

(demográfica, em área basal, $\Delta H'$, $\Delta J'$, ΔRaoQ) entre as áreas foram avaliadas pelo teste de Mann Whitney (MANN & WHITNEY, 1947).

O CWM foi utilizado para verificar se as comunidades mantiveram o mesmo padrão de composição funcional dominante no intervalo de tempo avaliado. Desta forma, o teste de Mann Whitney (MANN & WHITNEY, 1947) foi usado para verificar as diferenças nas características com dois atributos (GE, SP e TD) e o teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Mann-Whitney, quando houve diferença significativa ($p < 0,05$), para as características de três atributos (SD e DM). Esses procedimentos foram repetidos nos dois tempos. Todas essas análises e as anteriores foram realizadas com o auxílio do software PAST 3.23 (HAMMER et al., 2009).

Modelos lineares simples foram utilizados para testar a influência das taxas de dinâmica demográfica na diversidade funcional, e, assim compreender, como os eventos demográficos têm contribuído na estruturação das comunidades. Os modelos foram construídos para cada fragmento tendo as taxas de mortalidade e recrutamento como variáveis explicativas e os Δ 's de H' , J' e RaoQ como variáveis respostas. Quando não atendidos os pressupostos de distribuição normal, variâncias iguais e independência dos erros, os dados foram submetidos à transformação logarítmica. Essas análises foram realizadas por meio do programa R versão 3.5.1 R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

3. Resultados e discussão

Os dois fragmentos tiveram redução significativa na densidade (número de indivíduos) seguida por um aumento em área basal (Tabela 1). Esse é um comportamento comum em comunidades que se encontram em estágio sucessional mais maduro, em que há a ocorrência do “autodesbaste” ocasionado por competição, resultando na morte de árvores pequenas e no crescimento das sobreviventes (MACHADO & OLIVEIRA-FILHO, 2010; MAGALHÃES et al., 2017). Por outro lado, esses padrões podem se mostrar diferentes dependendo da escala e da frequência temporal de observações. Em algumas ocasiões é possível verificar um comportamento cíclico, com alternância entre aumento e redução da densidade e do crescimento ao se analisar mais de um intervalo de tempo (MEYER et al., 2015; RABELO et al., 2015).

Em Paracatu, no intervalo avaliado (2009-2016) foi registrada taxa de mortalidade de $3,35\%.\text{ano}^{-1}$ decorrente dos 222 indivíduos mortos e recrutamento de $1,62\%.\text{ano}^{-1}$ referente aos 100 recrutas amostrados. Em Presidente Juscelino, no período de 2011 a 2017 foram registrados 130 mortos e 53 recrutas que resultaram em taxas de mortalidade e recrutamento de $2,41\%.\text{ano}^{-1}$ e $1,03\%.\text{ano}^{-1}$, respectivamente. Consequentemente, o desbalanço em favor da

mortalidade ocasionou a mudança líquida negativa de $-1,76\%.\text{ano}^{-1}$ em Paracatu e $-1,39\%.\text{ano}^{-1}$ em Presidente Juscelino (Tabela 2).

Quando comparadas entre os fragmentos, as taxas de mortalidade e recrutamento se mostraram significativamente diferentes ($p < 0,5$), revelando uma comunidade mais dinâmica em Paracatu que em Presidente Juscelino, apesar da semelhança quanto à mudança líquida (Tabela 2). Esse resultado discorda da hipótese inicialmente proposta, visto que era esperado que os fragmentos não diferissem quanto à dinâmica por estarem submetidos às mesmas condições de sazonalidade da precipitação (Figura 1b). Uma provável explicação pode ser devido a Presidente Juscelino se encontrar em estágio seral mais avançado que Paracatu, visto que comunidades mais maduras têm maior estabilidade (CALVO-RODRIGUEZ et al., 2017; NEUMANN et al., 2017). Isto é reforçado pela taxa de rotatividade que também foi diferente entre os fragmentos, sendo maior em Paracatu, indicando sua menor estabilidade (Tabela 2).

Tabela 1. Parâmetros da estrutura e diversidade dos inventários realizados nos dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual, localizados em Minas Gerais

Estrutura e Diversidade	Paracatu-MG		<i>P</i>	Presidente Juscelino-MG		<i>P</i>
	T1 (2009)	T2 (2016)		T1 (2011)	T2 (2017)	
Número de indivíduos (Ni)	1045	923	$<0,001$	956	879	$<0,001$
Área Basal (AB)	19,37	22,45	$=0,01$	20,83	21,7	$=0,01$
Riqueza (S)	64	65	Ns	73	70	ns
Índice de Shannon-Wiener (H')	3,17	3,17	Ns	3,26	3,25	ns
Equabilidade de Pielou (J')	0,76	0,76	Ns	0,76	0,76	ns
Índice de RaoQ (RaoQ)	0,87	0,93	$<0,01$	1,18	1,16	ns

Valor de *p* para teste Mann-Whitney com $\alpha=0,05$; ns= não significativo.

Tabela 2. Parâmetros de dinâmica da comunidade dos dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual, localizados em Minas Gerais

Dinâmica	Paracatu-MG	Presidente Juscelino-MG	<i>P</i>
Taxa de mortalidade (%.ano-1)	3,35	2,41	$<0,05$
Taxa de recrutamento (%.ano-1)	1,62	1,03	$<0,05$
Taxa de rotatividade (Ni) (%.ano-1)	2,49	1,72	$<0,05$
Mudança líquida (Ni) (%.ano-1)	-1,76	-1,39	ns
Perda em AB (%.ano-1)	2,95	2,59	ns
Ganho em AB (%.ano-1)	4,72	3,08	$<0,001$
Taxa de rotatividade (AB) (%.ano-1)	3,84	2,83	$<0,05$
Mudança líquida (AB) (%.ano-1)	2,18	0,68	ns
$\Delta H'$ (%)	-0,56	-0,28	ns
$\Delta J'$ (%)	1,36	0,73	ns
ΔRaoQ (%)	6,75	-1,5	$<0,01$

Ni=número de indivíduos; AB=área basal; Diferença percentual entre T_1 e T_2 do índice de Shannon ($\Delta H'$), equabilidade de Pielou ($\Delta J'$) e índice de RaoQ (ΔRaoQ). Valor de p para o teste Mann-Whitney com $\alpha=0,05$; ns= não significativo.

Outra justificativa para a diferença entre a dinâmica dos fragmentos estaria no efeito combinado dos aspectos climáticos sobre os fragmentos. A disponibilidade hídrica é o fator mais determinante para a dinâmica das FEDs (APGUAU et al., 2015; CARVALHO & FELFILLI, 2011; GUSSON et al., 2018) e essa situação pode ser intensificada em regiões de maior temperatura (FENSHAM et al., 2018; MCDOWELL et al., 2018; NEUMANN et al., 2017; PILLET et al., 2017). Isto porque maiores temperaturas aumentam o risco de privação de C através de maior fechamento estomático e falha hidráulica via aumento da demanda evaporativa, resultando em maior mortalidade de árvores (MCDOWELL et al., 2018). A maior taxa de mortalidade encontrada em Paracatu neste trabalho corrobora com essa perspectiva, visto que este município está localizado em região com maior temperatura que Presidente Juscelino (ÁLVARES et al., 2013).

Quanto à dinâmica da biomassa, também foram constatadas diferenças entre os fragmentos (Tabela 2). Em Paracatu foram obtidas maiores taxas de ganho e rotatividade em área basal, o que reafirma que esta comunidade é mais dinâmica que a de Presidente Juscelino. Ambos os fragmentos, tiveram a taxa de ganho maior que a taxa de perda o que resultou em uma mudança líquida positiva de 2,18 %. ano^{-1} e 0,68 %. ano^{-1} para Paracatu e Presidente Juscelino, respectivamente. Resultado decorrente do crescimento significativo em área basal nos dois fragmentos (Tabela 2).

Apesar das diferenças verificadas entre os fragmentos, quando avaliados em conjunto, os resultados obtidos apoiam a hipótese proposta de que estes apresentariam dinâmica acelerada. Os valores de mortalidade, recrutamento, perda e ganho em área basal foram compatíveis com outros estudos realizados em Florestas Estacionais que revelaram taxas próximas ou superiores a 3%. ano^{-1} , sendo maiores que aquelas geralmente encontradas em Florestas Ombrófilas (CARVALHO & FELFILLI, 2011; GUSSON et al., 2018; MENDES et al., 2016; MEYER et al., 2015; SANTOS et al., 2017; WERNECK & FRANCESCHINELLI, 2004).

Em relação à diversidade florística, foi constatada a entrada de uma espécie em Paracatu (*Maytenus robusta* Reissek), tendo sido registradas 64 espécies em 2009 e 65 em 2016. Em Presidente Juscelino, foram amostradas inicialmente 73 espécies e durante o período estudado (2011-2017) constatou-se a saída de quatro (*Manihot brachyloba* Müll. Arg., *Matayba guianensis* Aubl., *Piper amalago* L., *Swartzia macrostachya* Benth.) e a

entrada de uma (*Alseis floribunda* Schot), resultando em 70 espécies no segundo ano avaliado (Tabela 1; APÊNDICE I). Todas estas foram consideradas como raras, por serem representadas por um ou dois indivíduos na amostragem. Assim sendo, tais flutuações provavelmente refletem apenas uma substituição estocástica na composição florística das comunidades, sem consequentes variações estruturais (MEYER et al., 2015; REIS et al., 2018).

Essas diminutas mudanças na riqueza contribuíram para que não fossem encontradas diferenças significativas nos índices de H' e J' (Tabela 1) e nem em suas variações relativas ($\Delta H'$ e $\Delta J'$) (Tabela 2). Os valores de H' se repetiram em Paracatu (3,17 nats.ind⁻¹) nos dois inventários realizados e em Presidente Juscelino apresentaram uma diferença mínima variando de 3,26 a 3,25 nats.ind⁻¹. Quanto à equabilidade de Pielou (J') o valor foi o mesmo nas duas amostragens dos dois fragmentos (0.76) (Tabela 1). Esses resultados, além de comprovarem a estabilidade florística das comunidades, demonstram que estas apresentam padrão compatível com outras Florestas Estacionais, onde o H' variou entre 2,60 nats.ind⁻¹ e 3,6 nats.ind⁻¹ e o J' indicou a forte dominância ecológica, comum a esta vegetação (APGAUA et al, 2014; CARVALHO & FELFILI, 2011; GONZAGA et al., 2017; GUSSON et al., 2018; REIS et al., 2018; SANTOS et al., 2017).

Quanto à identidade funcional das comunidades, foi verificado que os mesmos atributos apresentaram os maiores valores de CWM, dentro de cada característica (GE, SD, SP, TD, DM), no primeiro e no segundo ano de amostragem (Tabela3). Isto significa que os padrões de composição funcional dominante dos fragmentos foram mantidos e que estes se encontram em relativa estabilidade funcional, o que coincide com o esperado.

No entanto, vale a ressalva que as comunidades são dinâmicas e não estáveis no tempo (OLIVEIRA & SILVA JUNIOR et al., 2011). Portanto, o fato das áreas amostradas terem mantido seus padrões florísticos e de composição funcional dominante, não indica que não houve alterações nos valores dos atributos, mas sim que os fragmentos não sofreram perturbações fortes o suficiente para modificar de maneira significativa suas identidades funcionais. Isto porque os padrões de composição e diversidade funcional são diretamente influenciados por mudanças nos aspectos ambientais e pela interferência antrópica (BARLOW et al., 2016; BUZZARD et al., 2016; JUCKER et al., 2018; LELLI et al., 2019). Portanto, um forte impacto nesses ambientes seria capaz de provocar mudanças e desequilíbrio funcional (CARREÑO-ROCA et al., 2012; PAQUETTE et al., 2018; RAYMUNDO et al., 2019).

Tabela 3. Comparação dos valores de CWM das características referentes aos dois inventários realizados nos fragmentos de floresta estacional decidual em Minas Gerais.

Características	Atributos	Paracatu-MG				Presidente Juscelino-MG			
		CWM (2009)	P	CWM (2016)	P	CWM (2011)	P	CWM (2017)	P
GE	NPI	0,50 ^a	ns	0,53 ^a	Ns	0,60 ^a	<0,001	0,62 ^a	<0,001
	PI	0,49 ^a	-	0,47 ^a	-	0,40 ^b	-	0,38 ^b	-
SD	Ane	0,44 ^a	<0,01	0,45 ^a	<0,001	0,45 ^a	<0,001	0,42 ^a	<0,001
	Aut	0,32 ^{ab}	-	0,32 ^{ab}	-	0,22 ^b	-	0,20 ^b	-
	Zoo	0,24 ^b	-	0,23 ^b	-	0,33 ^{ab}	-	0,38 ^{ab}	-
SP	Anemo	0,04 ^b	<0,001	0,04 ^b	<0,001	0,03 ^b	<0,001	0,03 ^b	<0,001
	Zoof	0,96 ^a	-	0,96 ^a	-	0,97 ^a	-	0,97 ^a	-
TD	Ort	0,95 ^a	<0,001	0,81 ^a	<0,001	0,78 ^a	<0,001	0,80 ^a	<0,001
	Rec	0,05 ^b	-	0,19 ^b	-	0,20 ^b	-	0,20 ^b	-
DM	Leve	0,15 ^c	<0,001	0,15 ^c	<0,001	0,25 ^b	<0,001	0,24 ^b	<0,001
	Média	0,34 ^b	-	0,31 ^b	-	0,15 ^c	-	0,17 ^c	-
	Pesada	0,51 ^a	-	0,52 ^a	-	0,60 ^a	-	0,59 ^a	-

GE = Grupo ecológico (PI:pioneiras; NPI:não pioneiras); SD = Síndrome de dispersão (Ane: anemocoria; Aut: autocoria; Zoo: zoocoria); SP = Síndrome de polinização (Anemo: anemofilia; Zoof: zoofilia); TD = Tolerância à dessecação da semente (Ort: ortodoxa; Rec:recalcitrante); DM = Densidade da madeira (leve, média, pesada). Os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney indicam que diferenças ($p<0,05$) e médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si; ns=não significativo

Observou-se um acréscimo significativo do RaoQ na comunidade de Paracatu. Este índice representou a dissimilaridade média entre dois indivíduos selecionados ao acaso em uma comunidade (BOTTA-DUKÁT, 2005; LALIBERTÉ & LEGENDRE, 2010). Desta forma, o aumento desta dissimilaridade pode ser atribuído ao recrutamento de indivíduos cujo conjunto de atributos se encontrou distante da média da comunidade, ou seja, indivíduos que desempenham função distinta da maioria. Como exemplo desta relação cita-se o recrutamento do indivíduo pertencente à espécie *Maytenus robusta* Reissek, funcionalmente classificada como NPI, ZOO, ZOOF, ORT, MÉDIA, enquanto os principais atributos da comunidade são PI/NPI, ANE, ZOOF, ORT, PESADA.

Os fragmentos se diferiram quanto à variação relativa do índice de RaoQ (Δ RaoQ). Em Paracatu foi encontrado mudança positiva e maior (6.75%) que em Presidente Juscelino, que apresentou variação negativa na diversidade funcional (-1.5%) (Tabela 2) apesar de não significativa (Tabela 1). Isto revelou que Paracatu possui comunidade mais dinâmica também no aspecto funcional, enquanto a mudança não significativa em Presidente Juscelino reforça a ideia de este fragmento tem maior estabilidade e se encontra em estágio sucessional mais avançado. Estudos realizados por Kang et al (2015) e Warring et al (2016)

corroboram esta discussão pois demonstraram que à medida que as comunidades avançam em estágio seral aumentam sua redundância funcional e consequentemente sua estabilidade.

Ao avaliar os efeitos dos eventos demográficos sobre a dinâmica funcional (ΔRaoQ) dos fragmentos, constatou-se que em Paracatu a variação positiva encontrada foi devida ao recrutamento de indivíduos funcionalmente mais distantes da média da comunidade. Isto porque foi encontrada relação positiva e significativa entre o recrutamento e o ΔRaoQ (Figura 2).

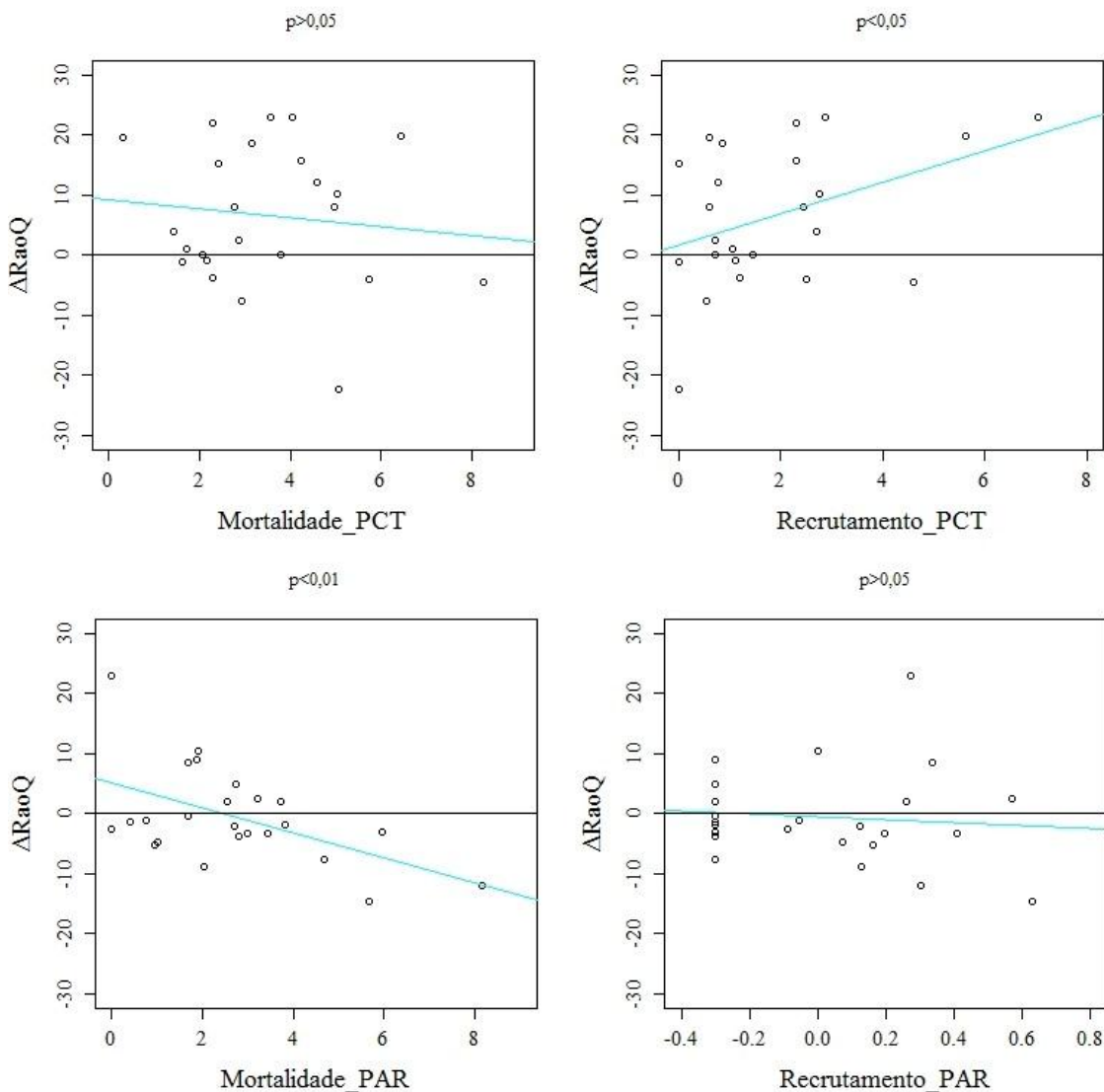


Figura 2. Relação entre as taxas anuais de mortalidade e recrutamento (%.ano⁻¹) e a dinâmica funcional, representada pelo ΔRaoQ , dos dois fragmentos de florestas estacionais decíduais em Minas Gerais. PAR=Presidente Juscelino; PCT=Paracatu.

Em Presidente Juscelino, ainda que a variação do índice de RaoQ entre os anos não tenha sido significativa (Tabela 2), a diminuição na diversidade funcional ($\Delta\text{RaoQ} = -1.5\%$) pode ser atribuída a mortalidade de indivíduos que também se distanciam da média da

comunidade. Como exemplo, é possível citar os quatro indivíduos referentes às espécies que saíram da comunidade e que em suas composições funcionais tinham atributos como AUT, ZOO, REC, LEVE e MÉDIA e a entrada dos dois indivíduos de *A. floribunda* que possuem composição idêntica à da maioria (NPI, ANE, ZOOF, ORT, PESADA). Isto pode ser confirmado por meio da figura 2, que demonstra que a mortalidade influencia de forma negativa a variação relativa do índice de RaoQ.

Assim sendo, o ganho no valor do RaoQ em Paracatu não resultou necessariamente em algo positivo e nem a perda em Presidente Juscelino como uma desvantagem, o que seria previamente intuitivo. É sempre válido lembrar que funções ecológicas representativas de florestas secas como anemocoria, ortodoxia e densidade da madeira pesada são fundamentais para garantir a sobrevivência e perpetuação das espécies nesses ambientes (MACEDO et al., 2019; MAYRINCK et al., 2019; POORTER et al., 2019). Portanto, a perda de indivíduos de espécies que possuem atributos diferentes do que é esperado em florestas secas, demonstra a maior força competitiva daquelas que melhor se adaptam às condições ambientais restritivas das FEDs (MAYFIELD & LEVINE, 2010).

4. Considerações finais

Os fragmentos foram diferentes quanto às taxas de dinâmica demográfica e de biomassa o que é discordante da hipótese inicialmente considerada. Porém, se encontram dentro do esperado para florestas estacionais, com ambos os fragmentos demonstrando dinâmica acelerada. Além disso, não apresentaram alterações significativas nos aspectos florísticos e funcionais ao longo dos anos amostrados. A dinâmica funcional foi influenciada pelo recrutamento em Paracatu e pela mortalidade em Presidente Juscelino.

Os resultados obtidos permitem inferir que não ocorreu nenhum evento natural ou antrópico grande o suficiente para provocar mudanças significativas nas comunidades. Assim, pode-se concluir que no intervalo de tempo avaliado os fragmentos mativeram bom estado de conservação.

5. Referências bibliográficas

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG IV). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 2016,181, 1-20.

ÁLVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G, LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **MeteorologischeZeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ANDEREGG, W.R. et al. When a tree dies in the forest: scaling climate-driven tree mortality to ecosystem water and carbon fluxes. **Ecosystems**, v.19, n.6, p.1133-1147, 2016.

ANDEREGG, W.R.; KANE, J.M.; ANDEREGG, L.D. Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress. **Nature climate change**, v.3, n.1, p.30-36, 2013.

APGAUA, D.M.G.; COELHO, P.A.; SANTOS, R.M.D.; SANTOS, P.F.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.D. Tree community structure in a seasonally dry tropical forest remnant, Brazil. **Cernea**, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2014.

APGAUA, D.M.G.; PEREIRA, D.G.S.; SANTOS, R.M.; MENINO, G.C.O.; PIRES, G.G.; FONTES, M.A.L.; TNG, D.Y.P. Floristic variation within seasonally dry tropical forests of the Caatinga Biogeographic Domain, Brazil, and its conservation implications. **International Forestry Review**, v.17, n.2, p.33-44, 2015.

BARLOW, J. et al. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, v.535, n.7610, p.144-160, 2016.

BERTNESS, M.D. & CALLAWAY, R. Positive interactions in communities. **Trends in ecology & evolution**, v.9, n.5, p.191-193, 1994.

BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine the phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, 75: 1437-1449. 1994a.

BORCHERT, R. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. **Trees**, 8: 115-125. 1994b.

BOTTA-DUKÁT, Z. Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. **Journal of vegetation science**, v.16, n.5, p.533-540, 2005.

BREWER, J.S. Disturbance-mediated competition between perennial plants along a resource supply gradient. **Journal of Ecology**, v.99, n.5, p.1219–1228, 2011.

BUZZARD, V.; HULSHOF, C.M.; BIRT, T.; VIOLLE, C.; ENQUIST, B.J. Re-growing a tropical dry forest: functional plant trait composition and community assembly during succession. **Functional Ecology**, v.30, n.6, p.1006-1013, 2016.

CALVO-RODRIGUEZ, S. , ALVARADO, J. C. C., SANTO, M. M. E., & NUNES, Y. R. Changes in forest structure and composition in a successional tropical dry forest. **Revista forestal mesoamericanaKurú**, v.14, n.35, p.12-23, 2017.

CARREÑO-ROCABADO, G.; PEÑA-CLAROS, M.; BONGERS, F.; ALARCÓN, A.; LICONA, J.C.; POORTER, L. Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. **Journal of Ecology**, v.100, n.6, p.1453-1463, 2012.

CARVALHO, F.A.; FELFILI, J.M. Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.1, p.203-214, 2011.

CHAUVET, M.; KUNSTLER, G.; ROY, J.; MORIN, X. Using a forest dynamics model to link community assembly processes and traits structure. **Functional ecology**, v.31, n.7, p. 1452-1461, 2017.

CRAVEN, D.; HALL, J.S.; BERLYN, G.P.; ASHTON, M.S.; VAN BREUGEL, M. Environmental filtering limits functional diversity during succession in a seasonally wet tropical secondary forest. **Journal of vegetation science**, v. 29, n. 3, p. 511-520, 2018.

DRYFLOR. Plant diversity patterns in neotropical dry Forest and their conservations implications. **Science**, v.353, n.6306, p.1383-1387, 2016.

FELFILI, J.M.; CARVALHO, F.A.; HAIDAR, R.F. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

FELFILI, J.M. & RESENDE, R.P. Conceitos e métodos em fitossociologia. Comunicações técnicas florestais. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003.

FELFILI, J.M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a sixty year period (1985–1991). **Journal of tropical ecology**, v. 11, n. 1, p. 67-83, 1995.

FENSHAM, R.J.; LAFFINEUR, B.; ALLEN, C.D. To what extent is drought-induced tree mortality a natural phenomenon?. **Global ecology and biogeography**, v.28, n.3, p.365-373, 2019.

GARNIER et al. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, v. 85, n. 9, p. 2630-2637, 2004.

GONZAGA, A.P.D.; MACHADO, E.L.M.; FELFILI, J.M.; PINTO, J.R.R. Brazilian Deciduous Tropical Forest enclaves: floristic, structural and environmental variations. **Brazilian Journal of Botany**, v.40, n.2, p.417-426, 2017.

GUSSEON, A.E.; DE OLIVEIRA, A.P.; DO VALE, V.S.; DE ARAÚJO, G.M.; SCHIAVINI, I. Solo, topografia, mortalidade e recrutamento de árvores na floresta tropical decidual. **Gaia Scientia**, v.12, n.1, p.146-157, 2018.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST–Palaeontological Statistics, Version 1.90. **University of Oslo, Oslo, Norway**, 2009.

JUCKER, T. et al. Topography shapes the structure, composition and function of tropical forest landscapes. **Ecology letters**, v.21, n.7, p.989-1000, 2018.

KANG, S.; MA, W.; LI, F.Y.; ZHANG, Q.; NIU, J.; DING, Y.; HAN, F.; SUN, X. Functional redundancy instead of species redundancy determines community stability in a typical steppe of Inner Mongolia. **PLoS One**, v.10, n.12, p. 1-11, 2015.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, v.5, n.1, p.77-86, 1994.

LALIBERTÉ, E.; LEGENDRE, P.A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. **Ecology**, v. 91, n. 1, p. 299-305, 2010.

LELLI, C. et al. Biodiversity response to forest structure and management: Comparing species richness, conservation relevant species and functional diversity as metrics in forest conservation. **Forest Ecology and Management**, v.432, n. p.707-717, 2019.

MACEDO, W.S.; SILVA, L.S.; ALVES, A.R.; MARTINS, A.R. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, v. 15, n. 1, 2019.

MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.D. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.1, p.250-261, 2010.

MAGALHÃES, J.H.R.; JUNIOR, J.A.P.; VALE, V.S.; SCHIAVINI, I. Dinâmica do estrato arbóreo em uma floresta estacional semidecidual em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia Série Botânica.**, v.72, n.3, p.394-402, 2017.

MANN, H.B.; WHITNEY, D.R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. **The annals of mathematical statistics**, p. 50-60, 1947.

MARTÍNEZ-RAMOS, M.; BALVANERA, P.; VILLA, F.A.; MORA, F.; MAASS, J.M.; MÉNDEZ, S.M.V. Effects of long-term inter-annual rainfall variation on the dynamics of regenerative communities during the old-field succession of a neotropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, v.426, p.91-100, 2018.

MAYFIELD, M.M.; LEVINE, J.M. Opposing effects of competitive exclusion on the phylogenetic structure of communities. **Ecology letters**, v.13, n.9, p.1085-1093, 2010.

MAYRINCK, R.C.; VILELA, L.C.; PEREIRA, T.M.; RODRIGUES-JUNIOR, A.G.; DAVIDE, A.C.; VAZ, T.A. Seed desiccation tolerance/sensitivity of tree species from Brazilian biodiversity hotspots: considerations for conservation. **Trees**, p.1-9, 2019.

MCDOWELL, N. et al. Drivers and mechanisms of tree mortality in moist tropical forests. **New Phytologist**, v.219, n.3, p.851-869, 2018.

MENDES, P.G.A.; SILVA, M.A.M.; GUERRA, T.N.F.; CAVALCANTI, A.D.D.C.; SAMPAIO, E.V.D.S.B.; RODAL, M. J. N. Dynamics and Edge Effect of an Atlantic Forest Fragment in Brazil. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.3, p.340-349, 2016.

MEYER, P.B.; DE OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L.; FONTES, M.A.L.; GARCIA, P.O.; DOS SANTOS, R.M. Dinâmica estrutural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecíduifólia em Lavras, MG, Brasil. **Cerne**, v.21, n.2, p.259-265, 2015.

MILES, L., NEWTON, A.C., DEFRIES, R.S., RAVILIOUS, C., MAY, I., BLYTH, S., KAPOV, V. & GORDON, J.E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography**, v.33, n.3, p.491-505, 2006.

NEUMANN, M.; MUES, V.; MORENO, A.; HASENAUER, H., SEIDL, R. Climate variability drives recent tree mortality in Europe. **Global change biology**, v.23, n.11, p.4788-4797, 2017.

OLIVEIRA, M. C., & DA SILVA JÚNIOR, M. C. Evolução histórica das teorias de sucessão vegetal e seus processos. **Centro de Extensão Pesquisa e Pós Graduação**, v.1, n.24, p.104-118, 2011.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; DE MELLO, J.M.; SCOLFORO, J.R.S. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987–1992). **Plant Ecology**, v.131, n.1, p.45-66, 1997.

PAQUETTE, A., VAYREDA, J., COLL, L., MESSIER, C., & RETANA, J. Climate change could negate positive tree diversity effects on forest productivity: a study across five climate types in Spain and Canada. **Ecosystems**, v.21, n.5, p.960-970, 2018.

PENNINGTON, T.R.; LEHMANN, C.E.R.; ROWLAND, L.M. Tropical savannas and dry forests. **Current Biology**, v. 28, n. 9, p. 541-545, 2018.

PILLET, M.; JOETZJER, E.; BELMIN, C.; CHAVE, J.; CIAIS, P., DOURDAIN, A.; POULTER, B. Disentangling competitive vs. climatic drivers of tropical forest mortality. **Journal of Ecology**, v.106, n.3, p.1165-1179, 2018.

POORTER, L. et al. Wet and dry tropical forests show opposite successional pathways in wood density but converge over time. **Nature ecology & evolution**, v.3, p.928-934, 2019.

POWELL, T.L.; KOVEN, C.D.; JOHNSON, D.J.; FAYBISHENKO, B.; FISHER, R.A.; KNOX, R.G.; MCDOWELL, N.G.; CONDIT, R.; HUBBEL, S.P.; WRIGHT, S.J.; CHAMBERS, J.Q.; KUEPPERS, L.M. Variation in hydroclimate sustains tropical forest biomass and promotes functional diversity. **New Phytologist**, v.219, n.3, p.932-946, 2018.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Version 3.4.1. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available online at: <http://www.r-project.org>.

RABELO, F.R.C.; RODAL, M.J.N.; LINS, A.C.B.; LIMA, A.L.A. Dinâmica da vegetação em um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, v.25, n.1, p.23-36, 2015.

RAYMUNDO, D.; PRADO-JUNIOR, J.; CARVALHO, F.A.; DO VALE, V.S.; OLIVEIRA, P.E.; VAN DER SANDE, M.T. Shifting species and functional diversity due to abrupt

changes in water availability in tropical dry forests. **Journal of Ecology**, v.107, n.1, p.253-264, 2019.

REIS, G.H., SANTOS, R.M.D., PEREIRA, D.G.S., MOREL, J.D.; Santos, P.F. Tree community dynamics of a northern Minas Gerais seasonally dry forest. **Revista Ceres**, v.65, n.3, p.234-242, 2018.

RICOTTA, C. & MORETTI, M. CWM and Rao's quadratic diversity: a unified framework for functional ecology. **Oecologia**, v.167, n.1, p.181-188, 2011.

SANTOS, P.F.; GARCIA, P.O.; SANTOS, R.M.; MOREL, J.D.; BENÍCIO, M.H.; APGAUA, D.M.; TNG, D.Y. Temporal changes in tree community structure and richness in a seasonally dry tropical forest in Minas Gerais, southeastern Brazil. **Bosque**, v. 38, n.3, p. 537-545, 2017.

SCHLEUTER, D., DAUFRESNE, M., MASSOL, F., & ARGILLIER, C. A user's guide to functional diversity indices. **Ecological monographs**, v.80, n.3, p.469-484, 2010.

SHEIL, D. & MAY, R.M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of ecology**, v.84, n.1, p.91-100, 1996.

ZHANG, T.; NIINEMETS, U.; SHEFFIELD, J.; LICHSTEIN, J.W; Shifts in tree functional composition amplify the response of forest biomass to climate. **Nature**, v.556, n.7699, p.99, 2018.

WARRING, B.; CARDOSO, F.C.G.; MARQUES, M., VARASSIN, I.G. Functional diversity of reproductive traits increases across succession in the Atlantic forest. **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 321-333, 2016.

WERNECK, M.S.; FRANCESCHINELLI, E.V. Dynamics of a dry forest fragment after the exclusion of human disturbance in southeastern Brazil. **PlantEcology**, v.174, n.2, p.337-346, 2004.

WERNECK, M.S.; FRANCESCHINELLI, E.V.; TAMEIRÃO-NETO, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de 4 anos (1994-1998), na região do triângulo mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.2, p.401-413, 2000.

WILCOXON, F. Individual comparisons by ranking methods. **Biometrics bulletin**, v.1, n.6, p.80-83, 1945.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nos três artigos demonstraram que apesar dos fragmentos de Paracatu e Presidente Juscelino serem semelhantes quanto à diversidade α , estrutura e composição funcional, estes apresentaram diferenças quanto à composição florística, diversidade de funções e dinâmica estrutural. Tais diferenças foram atribuídas, principalmente, aos fatores ambientais intrínsecos a cada fragmento.

Devido a forte relação existente entre ambiente e diversidade funcional, principalmente em condições adversas, esperava-se que a montagem destas comunidades também estivesse atrelada ao ambiente abiótico. Entretanto, contrariando a hipótese proposta as comunidades dos fragmentos, na escala de observação do trabalho, foram majoritariamente estruturadas pela filtragem estocástica.

Os artigos apresentados na tese cumpriram os objetivos de ajudar a compreender os aspectos funcionais dessa vegetação e reforçar os padrões florísticos e dinâmicos de uma vegetação ainda pouco conhecida. Assim, mesmo com composição florística distinta, os atributos funcionais dominantes foram aqueles característicos de florestas secas (p. ex. anemocoria, ortodoxia e madeira pesada). E, ainda que as taxas de dinâmica tenham sido diferentes entre os fragmentos estudados, os valores se mantiveram dentro do esperado para florestas estacionais. Além disso, apesar da filtragem abiótica não ter sido determinante na montagem das comunidades, os processos estocásticos de dispersão, apontados como os principais mecanismos estruturadores, correspondem ao que se espera pela filtragem hierárquica.

Quanto maior o entendimento dos mais variados aspectos que envolvem uma fitofisionomia, mais eficazes serão os planos de conservação e manejo destas. Neste sentido, a presente tese deve ser considerada como subsídio para fortalecer esta corrente e ajudar a preencher a lacuna científica em torno de uma vegetação tão peculiar quanto as Florestas Estacionais Deciduais.

APÊNDICE I

Tabela 1. Classificação funcional das espécies dos fragmentos amostrados nos municípios de Paracatu e Presidente Juscelino, Minas Gerais. As espécies arbóreas estão dispostas em ordem alfabética. Onde: Ni = número de indivíduos; GE = Grupo ecológico (PI:pioneiras; NPI:não pioneiras); SD = Síndrome de dispersão (Ane: anemocoria; Aut: autocoria; Zoo: zoocoria); SP = Síndrome de polinização (Anemo: anemofilia; Zoof: zoofilia); TD = Tolerância à dessecação da semente (Ort: ortodoxa; Rec: recalcitrante); DM = Densidade da madeira (leve, média, pesada).

Espécies	Paracatu –MG							Presidente Juscelino -MG						
	Ni (2009)	Ni (2016)	GE	SD	SP	TD	DM	Ni (2011)	Ni (2017)	GE	SD	SP	TD	DM
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.	-	-	-	-	-	-	-	5	4	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Albizia polycephala</i> Benth.	3	2	PI	Aut	Zoof	Ort	Leve	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allophylus sericeus</i> (Cambess.) Radlk.	3	2	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alseis floribunda</i> Schot.	-	-	-	-	-	-	-	0	2	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	131	120	PI	Aut	Zoof	Ort	Pesada	193	165	PI	Aut	Zoof	Ort	Pesada
<i>Annona mucosa</i> Jacq.	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Annona neolaurifolia</i> H.Rainer	-	-	-	-	-	-	-	15	13	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	-	22	16	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Leve
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J. Wen	-	-	-	-	-	-	-	25	22	PI	Zoo	Zoof	Rec	Leve
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake ex Pittier	38	38	N PI	Ane	Zoof	Ort	Média	23	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	139	105	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	23	21	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A.DC.	-	-	-	-	-	-	-	3	2	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	13	12	PI	Ane	Anemo	Ort	Pesada	9	7	PI	Ane	Anemo	Ort	Pesada
<i>Bauhinia cattingae</i> Harms	17	11	N PI	Aut	Zoof	Ort	Leve	4	4	N PI	Aut	Zoof	Ort	Leve
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	1	1	N PI	Zoo	Anemo	Rec	Média	1	1	N PI	Zoo	Anemo	Rec	Média
<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O.Berg	15	14	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Casearia mariquitensis</i> Kunth	5	5	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Espécies	Paracatu –MG							Presidente Juscelino -MG						
	Ni (2009)	Ni (2016)	GE	SD	SP	TD	DM	Ni (2011)	Ni (2017)	GE	SD	SP	TD	DM
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	25	20	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada	4	3	PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	3	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceiba pubiflora</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Ane	Zoof	Ort	Média
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	10	8	N PI	Ane	Zoof	Ort	Leve	-	-	-	-	-	-	-
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	23	13	PI	Zoo	Anemo	Ort	Média	20	15	PI	Zoo	Anemo	Ort	Média
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	5	3	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	44	42	PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Combretum duarteanum</i> Cambess.	-	-	-	-	-	-	-	3	3	PI	Ane	Zoof	Ort	Leve
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	PI	Ane	Zoof	Ort	Média
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf	2	2	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.J.Mill.	-	-	-	-	-	-	-	5	3	N PI	Ane	Zoof	Ort	Média
<i>Cordia ochracea</i> DC.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	PI	Ane	Zoof	Ort	Leve
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	-	-	-	-	-	-	-	4	3	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	4	12	N PI	Ane	Zoof	Ort	Leve	20	20	N PI	Ane	Zoof	Ort	Leve
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	-	-	-	-	-	-	-	4	4	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Curatella americana</i> L.	1	1	PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyrtocarpa caatingae</i> J.D.Mitch. & Daly	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Otr	Pesada
<i>Deguelia costata</i> (Benth.) Az.-Tozzi	-	-	-	-	-	-	-	44	37	PI	Ane	Zoof	Ort	Média
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	40	33	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve	35	33	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	1	PI	Zoo	Zoof	Ort	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	2	2	PI	Zoo	Zoof	Ort	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	1	1	N PI	Ane	Zoof	Rec	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Ane	Zoof	Ort	Leve
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	8	9	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Espécies	Paracatu –MG								Presidente Juscelino -MG					
	Ni (2009)	Ni (2016)	GE	SD	SP	TD	DM	Ni (2011)	Ni (2017)	GE	SD	SP	TD	DM
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	1	3	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve	18	22	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	1	1	PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia florida</i> DC.	3	1	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada	6	6	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché	14	13	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve	11	11	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Fridericia bahiensis</i> (Schauer ex. DC.) L.G.Lohmann	-	-	-	-	-	-	-	4	3	PI	Ane	Zoof	Ort	Leve
<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell	-	-	-	-	-	-	-	4	4	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	28	15	PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	3	1	PI	Zoo	Zoof	Ort	Média
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	53	50	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	22	20	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	1	1	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Ane	Zoof	Rec	Pesada
<i>Helicteres brevispira</i> A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	-	3	2	N PI	Aut	Zoof	Ort	Leve
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	10	8	N PI	Aut	Zoof	Ort	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	6	5	PI	Ane	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	1	1	N PI	Ane	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	-	-	-	-	-	-	-	7	5	N PI	Ane	Zoof	Rec	Pesada
<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	-	-	-	-	-	-	-	2	2	N PI	Ane	Zoof	Rec	Pesada
<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	10	4	PI	Ane	Zoof	Rec	Leve	-	-	-	-	-	-	-
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	1	1	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	96	96	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	35	27	N PI	Ane	Zoof	Ort	Média	14	12	N PI	Ane	Zoof	Ort	Média
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	14	11	PI	Ane	Zoof	Ort	Média	5	4	PI	Ane	Zoof	Ort	Média
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	-	-	-	-	-	-	-	3	3	PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	-	-	-	-	-	-	-	1	1	PI	Ane	Zoof	Ort	Média
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	2	4	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	18	17	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada

Continua...

Espécies	Paracatu –MG							Presidente Juscelino -MG						
	Ni (2009)	Ni (2016)	GE	SD	SP	TD	DM	Ni (2011)	Ni (2017)	GE	SD	SP	TD	DM
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	5	3	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada	2	2	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	1	1	PI	Ane	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Manihot brachyloba</i> Müll.Arg.	-	-	-	-	-	-	-	1	0	PI	Aut	Zoof	Ort	Leve
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	-	-	-	-	-	-	-	1	0	PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	-	-	-	-	-	-	-	2	1	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média
<i>Maytenus robusta</i> Reissek	0	1	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	3	2	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	116	105	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	91	84	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	5	4	PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piper amalago</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	1	0	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Aut	Zoof	Ort	Pesada
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Ane	Zoof	Rec	Pesada
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	4	4	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	18	19	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	2	1	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada	4	4	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	2	2	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protium warmingianum</i> Marchand	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	18	12	PI	Ane	Zoof	Ort	Leve	-	-	-	-	-	-	-
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2	2	PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	-	-	-	-	-	-	-
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart.) G.Don	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	2	3	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve	2	2	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	-	-	-	-	-	-	-	1	1	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	-	-	-	-	-	-	-	1	1	PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	-	-	-	-	-	-	-	2	2	PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	126	109	PI	Aut	Zoof	Rec	Média	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Espécies	Paracatu –MG							Presidente Juscelino -MG						
	Ni (2009)	Ni (2016)	GE	SD	SP	TD	DM	Ni (2011)	Ni (2017)	GE	SD	SP	TD	DM
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	-	-	-	-	-	-	-	13	21	PI	Aut	Zoof	Ort	Leve
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	4	4	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hill. & Naudin	16	16	N PI	Aut	Zoof	Ort	Leve	3	3	N PI	Aut	Zoof	Ort	Leve
<i>Swartzia macrostachya</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	1	0	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Pesada
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.)	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Pesada
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	1	1	N PI	Ane	Zoof	Ort	Pesada	25	24	N PI	Ane	Zoof	Rec	Pesada
<i>Talisia esculenta</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	-	-	-	-	-	-	-	5	5	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	-	-	-	-	-	-	-	43	40	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	6	6	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichilia hirta</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	23	21	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média
<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	-	-	-	-	-	-	-	32	32	N PI	Zoo	Zoof	Ort	Média
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	-	-	-	-	-	-	-	2	2	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Trichilia clausseni</i> C.DC.	-	-	-	-	-	-	-	6	6	N PI	Zoo	Zoof	Rec	Média
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	1	1	PI	Zoo	Zoof	Ort	Leve	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	4	4	PI	Zoo	Zoof	Ort	Média	1	1	PI	Zoo	Zoof	Ort	Média
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	-	-	-	-	-	-	-	3	3	PI	Ane	Zoof	Ort	Média

APÊNDICE II

Tabela 1. Atributos funcionais utilizados na classificação das espécies e sua implicação ecológica nas funções da comunidade de estudo

Características	Descrição das espécies	Implicação ecológica
Grupo ecológico ¹	a) Pioneira (indivíduos jovens e adultos intolerantes à sombra; dependentes de luz); b) Não pioneiras (indivíduos jovens tolerantes à sombra, mas que necessitam de luz para crescer; indivíduos jovens e adultos tolerantes à sombra e capazes de sobreviver em condições de sub-bosque).	Competição por luz, estratificação, tempo de regeneração, recobrimento do solo, sucessão florestal.
Síndrome de Dispersão ²	a) Anemocóricas: diásporos são disseminados pelo vento; b) Autocóricas: dispersam suas sementes pela gravidade ou por deiscência explosiva; c) Zoocóricas: diásporos são dispersados por animais.	Fecundidade, distribuição espacial, estruturação genética, viabilidade de populações, manutenção da fauna dispersora.
Síndrome de Polinização ²	a) Anemófilas: polinizadas pelo vento; b) Zoófilas: polinizadas por animais.	Propagação, estrutura trófica e fenodinâmica, manutenção da fauna local.
Tolerância à dessecação das sementes ³	a) Ortodoxas: toleram a dessecação da semente e baixas temperaturas; b) Intermediárias: toleram a dessecação até certo ponto e perdem a viabilidade quando armazenadas a baixas temperaturas; c) Recalcitrantes: não toleram a dessecação da semente e baixas temperaturas.	Viabilidade do banco de sementes ou plântulas, processo germinativo, sucessão florestal, seleção ambiental.
Densidade da madeira ⁴	a) Madeira leve: lenho de densidade baixa (< 0,5 g.cm ⁻³) e baixa resistência física e estrutural; b) Madeira média: lenho de densidade intermediária (de 0,5 a 0,8 g.cm ⁻³), de baixa a média resistência física e estrutural; c) Madeira pesada: lenho com células mais lignificadas, de densidade alta (> 0,8 g.cm ⁻³) e elevada resistência física e estrutural.	Altura máxima, longevidade, taxa de crescimento relativo, resistência a danos, armazenamento de carbono.

Sistema de classificação proposto por: ¹ = Cavalcante (2001); ² = van der Pijl (1982); ³ = Davide & Silva (2008),

⁴ = Borchert (1994).